NCE/15/00126 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:
Instituto Politécnico De Coimbra

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

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):
Instituto Superior De Engenharia De Coimbra

A3. Designação do ciclo de estudos:
Bioengenharia

A3. Study programme name:
Bioengineering

A4. Grau:
Licenciado

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Química e Biológica

A5. Main scientific area of the study programme:
Chemical and Biological Engineering

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):
524

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:
851

A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:
421

A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
180

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

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

A9. Número de vagas proposto:
40

A10. Condições especificas de ingresso:
1. Provas de ingresso:
Uma das seguintes provas 16 Matemática ou 07 Física e Química ou 02 Biologia e Geologia

2. Classificações mínimas:
Nota de candidatura: 95 pontos; Provas de ingresso: 95 pontos

3. Fórmula de cálculo:
Média do secundário: 65%; Provas de ingresso: 35%

A10. Specific entry requirements:
1. Entrance exams:
One of the following examinations: 16 Maths or 07 Physics and Chemistry or 02 Biology e Geology

2. Minimum grades:
Application grade: 95 points; Entrance exams: 95 points

3. Calculation formula:
Average of secondary level of studies: 65%; Entrance exams: 35%

Pergunta A11

Pergunta A11

A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):
Sim (por favor preencha a tabela A 11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento)

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

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

Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:	Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:
Engenharia Biológica	Biological Engineering
Valorização de Resíduos	Waste Recovery

A12. Estrutura curricular

Mapa I - Engenharia Biológica

A12.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

A12.1. Study Programme:
Bioengineering

A12.2. Grau:
Licenciado

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Matemática/ Mathematics	M	16	
Física/ Physics	F	6	
Engenharia e Gestão Industrial/ Industrial Engineering and Management	EGI	4	
Engenharia Química e Biológica/ Chemical and Biological Engineering	EQB	154	
(4 Items)		**180**	**0**

Mapa I - Valorização de Resíduos

A12.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

A12.1. Study Programme:
Bioengineering

A12.2. Grau:
Licenciado

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Matemática/ Mathematics	M	16	
Física/ Physics	F	6	
Engenharia e Gestão Industrial/ Industrial Engineering and Management	EGI	4	
Engenharia Química e Biológica/ Chemical and Biological Engineering	EQB	154	
(4 Items)		**180**	**0**

Perguntas A13 e A16

A13. Regime de funcionamento:
Diurno

A13.1. Se outro, especifique:
<sem resposta>

A13.1. If other, specify:

<no answer>

A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra - Instituto Politécnico de Coimbra

A14. Premises where the study programme will be lectured:
Coimbra Institute of Engineering (ISEC) - Polytechnic Institute of Coimbra

A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):
A15._Regulamento de Creditações do IPC - 1ª Alteração - Despacho (extrato) n.º 1772.2014 de 04.02.pdf

A16. Observações:
A Licenciatura em Bioengenharia (LBioE) proposta pretende proporcionar uma formação integrada e abrangente na área das ciências da vida, combinando as técnicas de engenharia com a biologia, permitindo uma especialização em domínios como a Engenharia Biológica e a Valorização de Resíduos.
À semelhança do que acontece com outras escolas de Engenharia de referência nacional e internacional a Bioengenharia no ISEC surge como uma continuidade e evolução das formações que têm sido ministradas. Assim, o ISEC, na figura do Departamento de Engenharia Química e Biológica, demonstra estar atento ao desenvolvimento da cultura industrial, antevendo a relevância da Bioengenharia ao nível da industrialização do país. De facto, a indústria biotecnológica assim como a política em que os resíduos são considerados cada vez mais fontes de recursos que devem ser valorizados têm sido apontadas pela União Europeia como uma indústria chave para sustentar a sua competitividade a nível mundial. Na verdade, a Bioengenharia enquadra-se fortemente na denominada economia circular onde é potenciada a produção e consumo sustentável.
Deste modo, pretende-se estabelecer um modelo de ensino baseado na aprendizagem participativa, centrada no aluno e na aquisição de competências pelo "saber fazer". Considerando também que "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 caráter profissional, assegurando aos estudantes uma componente de aplicação dos conhecimentos e saberes adquiridos às atividades concretas do respetivo perfil profissional" (Decreto-Lei n.º 115/2013, de 7 de agosto), o plano de estudos da Licenciatura em Bioengenharia oferece uma forte componente de ensino experimental, com o desenvolvimento de métodos e técnicas particularmente relevantes para o exercício de uma atividade profissional. Esta formação culmina com o estágio curricular tendo como objetivo proporcionar ao estudante, um primeiro contacto com o mundo do trabalho, facilitando a sua integração no mesmo.
É também objetivo da formação do plano de estudos o desenvolvimento de competências para realização de trabalho em grupo, para a comunicação com os seus pares e comunidade em geral, de modo a que os futuros licenciados tenham a capacidade de interagir e trabalhar com equipas multidisciplinares.

A16. Observations:
The proposal of the degree in Bioengineering (LBioE) aims to provide an integrated and comprehensive training in the field of life sciences, combining the engineering techniques and the biology field, allowing a specialization in areas such as Biological Engineering and Waste Recovery.
Similar to what happens in other recognized national and international Engineering Schools, the Bioengineering degree at ISEC is a natural step and wants to profit from the evolution of the formations that have been taught at ISEC. Thus, the ISEC, in the figure of the Department of Chemical and Biological Engineering, demonstrate to be attentive to the development of industrial culture, foreseeing the importance of Bioengineering at the country's industrialization level. Indeed, the biotechnology industry as well as the actual global policy that considers industrial wastes as potential sources for different applications, which must be valued, has been identified by the EU as a key industry to sustain its competitiveness worldwide. In fact, Bioengineering heavily falls on the circular economy for which it is envisaged a sustainable production and consumption.
Thus, it is intended to establish an educational model based on participatory learning, centered in the student and on the acquisition of skills by the "know-how" method. Considering also that "in polytechnic education, the cycle of studies leading to a Bachelor's degree must especially value the training aimed at the pursuit of a professional career, ensuring that the students have an applied component for applying the knowledge acquired to practical activities within the respective professional profile "(Decree-Law no 115/2013 of 7 August), the curriculum of the proposed Bioengineering Degree offers a strong component of experimental education with the development of particularly relevant methods and techniques for the exercise of professional activity. This training culminates with a traineeship with the objective of providing the students a first contact with the real industrial world, facilitating their future integration in labor market.
It is also aimed to develop skills for conducting group work, to communicate with their peers and the general community, so that future graduates have the ability to interact and work with multidisciplinary teams.

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Conselho Técnico-Científico do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Técnico-Científico do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste orgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
1.1.2._Extrato da ata nº 18-2015 da reunião do CTC-ISEC.pdf

Mapa II - Conselho Pedagógico do ISEC

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Pedagógico do ISEC

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste orgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
1.1.2._Parecer Conselho Pedagogico.pdf

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

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos
A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro e Ana Cristina Araújo Veloso

2. Plano de estudos

Mapa III - Engenharia Biológica - 1º ano/ 1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/ 1º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/ 1st semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática I/ Mathematics I	M	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Física/ Physics	F	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 15; PL: 15	6	
Química/ Chemistry	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	

Biologia Celular/ Cellular Biology	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 15; PL: 15	4
Introdução à Bioengenharia/ Introduction to Bioengineering	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4
Laboratório Integrado I/ Integrated Laboratory I	EQB	semestral/ semester	150	PL: 60	6

(6 Items)

Mapa III - Engenharia Biológica - 1º ano/ 2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/ 2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/ 2nd semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática II/ Mathematics II	M	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Bioquímica e Biologia Molecular/ Biochemistry and Molecular Biology	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Termodinâmica/ Thermodynamics	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Ciências dos Materiais em Bioengenharia/ Materials Science in Bioengineering	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 15; PL: 30	5	
Laboratório Integrado II/ Integrated Laboratory II	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	

(5 Items)

Mapa III - Engenharia Biológica - 2º ano/ 3º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

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

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

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fenómenos de Transporte I/ Transport Phenomena I	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Métodos Numéricos e Estatísticos/ Numerical and Statistical Methods	M	semestral/ semester	150	T: 15; TP: 15; PL: 30	6	
Instrumentação/ Instrumentation	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 15; PL: 30	5	
Microbiologia/ Microbiology	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; PL: 45	5	
Laboratório Integrado III/ Integrated Laboratory III	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	

(5 Items)

Mapa III - Engenharia Biológica - 2º ano/ 4º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/ 4º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd year/ 4th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fenómenos de Transporte II/ Transport Phenomena II	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Processos de Separação/ Separation Processes	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Reatores Químicos e Biológicos/ Chemical and Biological Reactors	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Análise Instrumental/ Instrumental Analysis	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Laboratório de Análise Instrumental/ Instrumental Analysis Laboratory	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	
(5 Items)						

Mapa III - Engenharia Biológica - 3º ano/ 5º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano/ 5º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year/ 5th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Engenharia Enzimática/ Enzymatic Engineering	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 37,5	5	
Processos de Separação e Purificação de Produtos Biológicos/ Separation and Purification Processes of Biological Products	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 37,5	5	
Organização e Gestão/ Organization and Management	EGI	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4	
Laboratório de Processos de Separação/ Separation Processes Laboratory	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	
Laboratório de Tecnologias Biológicas/ Biological Technologies Laboratory	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	
(5 Items)						

Mapa III - Engenharia Biológica - 3º ano/ 6º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano/ 6º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year/ 6th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio/Projeto em Engenharia Biológica/ Internship/Project in Biological Engineering	EQB	semestral/ semester	750	OT: 15; E: 600	30	

(1 Item)

Mapa III - Valorização de Resíduos - 1º ano/ 1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/ 1º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/ 1st semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática I/ Mathematics I	M	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Física/ Physics	F	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 15; PL: 15	6	
Química/ Chemistry	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Biologia Celular/ Cellular Biology	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 15; PL: 15	4	
Introdução à Bioengenharia/ Introduction to Bioengineering	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4	
Laboratório Integrado I/ Integrated Laboratory I	EQB	semestral/ semester	150	PL: 60	6	
(6 Items)						

Mapa III - Valorização de Resíduos - 1º ano/ 2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano/ 2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year/ 2nd semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática II/ Mathematics II	M	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Bioquímica e Biologia Celular/ Biochemistry and Molecular Biology	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Termodinâmica/ Thermodynamics	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Ciências dos Materiais em Bioengenharia/ Materials Science in Bioengineering	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 15; PL: 30	5	
Laboratório Integrado II/ Integrated Laboratory II	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	
(5 Items)						

Mapa III - Valorização de Resíduos - 2º ano/ 3º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

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

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

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fenómenos de Transporte I/ Transport Phenomena I	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Métodos Numéricos e Estatísticos/ Numerical and Statistical Methods	M	semestral/ semester	150	T: 15; TP: 15; PL: 30	6	
Instrumentação/ Instrumentation	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 15; PL: 30	5	
Microbiologia/ Microbiology	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; PL: 45	5	
Laboratório Integrado III/ Integrated Laboratory III	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	

(5 Items)

Mapa III - Valorização de Resíduos - 2º ano/ 4º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/ 4º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd year/ 4th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Processos de Separação/ Separation Processes	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Fenómenos de Transporte II/ Transport Phenomena II	EQB	semestral/ semester	150	T: 30; TP: 30	6	
Análise Instrumental/ Instrumental Analysis	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Sistemas de Gestão Ambiental/ Environmental Management Systems	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	
Laboratório de Análise Instrumental/ Instrumental Analysis Laboratory	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8	
(5 Items)						

Mapa III - Valorização de Resíduos - 3º ano/ 5º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano/ 5º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year/ 5th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos/ Atmospheric Pollution and Air Emissions Treatment	EQB	semestral/ semester	125	T: 15; TP: 30	5	
Poluição da Água e Tratamento de Efluentes Líquidos/ Water Pollution and Wastewater Treatment	EQB	semestral/ semester	125	T: 30; TP: 30	5	

Tratamento de Resíduos Sólidos/ Solid Wastes Treatment	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4
Organização e Gestão/ Organization and Management	EGI	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4
Laboratório de Tecnologias Ambientais/ Environmental Technologies Laboratory	EQB	semestral/ semester	200	PL: 90	8
Valorização de Resíduos/ Waste Valorization	EQB	semestral/ semester	100	T: 15; TP: 30	4

(6 Items)

Mapa III - Valorização de Resíduos - 3º ano/ 6º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Bioengenharia

2.1. Study Programme:
Bioengineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano/ 6º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year/ 6th semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio/Projeto em Valorização de Resíduos/ Internship/Project in Waste Recovery	EQB	semestral/ semester	750	OT: 15; E: 600	30	

(1 Item)

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

3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:
A crise financeira global e os recentes desafios ambientais têm impulsionado a mudança para uma recuperação económica aliada a um crescimento ambiental e socialmente mais sustentável. Este "crescimento verde" perdurará suportado em profissionais especializados e sensibilizados para a sua importância. É neste contexto que surge a proposta da Licenciatura em Bioengenharia (LBioE) do ISEC.
A LBioE possui um perfil profissionalizante, equilibrando uma robusta componente em ciências de base e da engenharia com a especialização em domínios como a Engenharia Biológica e a Valorização de Resíduos. É ainda atribuída uma formação sólida em técnicas laboratoriais, conferindo a capacidade de resolução de problemas em áreas multidisciplinares. Os diplomados serão profissionais capazes de desempenhar com excelência atos de

engenharia nas indústrias onde predominem os processos biológicos, químicos ou físico-químicos, motivados para a sua integração sustentável com a valorização dos resíduos gerados.

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The global financial crisis and the recent environmental challenges have motivated a change for economic recovery supported in an environmentally and socially sustainable growth. This "green growth" will pursue based in aware specialized professionals for their importance. It is in this context that emerges the proposal of the Degree in Bioengineering (LBioE) of ISEC.

The LBioE has a professional profile, balancing robust components of science and engineering basis with the expertise in areas of Biological Engineering and Waste Recovery. It is also transmitted a solid training in laboratory techniques, providing the ability to solve problems in multidisciplinary areas. The graduates will be professionals able to perform, with excellence, engineering acts, in industries based in biological or physical and chemical processes and simultaneously motivated for the sustainable processes integration with the recovery of wastes.

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

A LBioE tem como objetivo preparar profissionais em áreas de desenvolvimento de metodologias baseadas em agentes biológicos no processamento de materiais ou na valorização de resíduos/bioprodutos. Nesse sentido é oferecida uma formação baseada no conhecimento das ciências básicas, aprofundada com a compreensão das ciências biológicas aplicadas, integrada com a prática nas ciências de engenharia e culminada no desenvolvimento de soluções de engenharia em processos que envolvem sistemas biológicos.

O ensino ministrado, com uma forte componente laboratorial e um estágio curricular, forma diplomados com aptidões de natureza prática e competências que permitem:

- Aplicar os conhecimentos na resolução de problemas e sustentar com argumentação própria
- Planear e executar, em segurança, ensaios laboratoriais, projetar equipamento e preparar relatórios
- Enquadrar aspetos ambientais e económicos ao nível do projeto
- Trabalhar em grupo e desenvolver métodos de trabalho sustentados na qualidade

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

The LBioE aims to prepare professionals in the areas of development of methodologies based on biological agents in processing materials or in the recovery of waste/bioproducts.

For this it is offered a training based on the knowledge of the basic sciences, deepened with the knowledge of applied biological sciences, integrated with the practice within engineering sciences, and culminated in the development of engineering solutions in processes involving biological systems.

The training given, with a strong laboratorial component and a curricular internship, produces graduates with practical skills and competencies that allow:

- Apply the acquired knowledge to solve problems, and to be able to provide proper argumentation
- Plan and implement, safely, laboratory tests, design engineering equipment, prepare reports
- Enclose environmental and economic aspects at the project level
- Work integrated in teams, developing interpersonal relationships and working methods sustained on quality.

3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:

O Instituto Superior de Engenharia de Coimbra tem como missão a criação, transmissão e difusão de cultura, ciência e tecnologia, cabendo-lhe ministrar uma formação de nível superior para o exercício de atividades profissionais no domínio da Engenharia e promover o desenvolvimento da região em que se insere.

O ensino da engenharia no ISEC, com esta designação e integrada no ensino politécnico, tem quatro décadas de existência. No entanto, o ensino da tecnologia e da engenharia já conta com mais de 90 anos, sendo, pois, o ISEC uma escola com uma longa experiência no ensino de tecnologias e de engenharia e é um referencial como escola de excelência na formação de engenheiros capazes e habilitados para rapidamente ingressarem no mercado de trabalho. A característica do "saber fazer" que é cultivada na formação disponibilizada no ISEC tem sido um fator fortemente diferenciador face ao ensino superior universitário e é responsável pelo sucesso da integração dos diplomados.

O ISEC acompanha constantemente a evolução técnica, científica e pedagógica, afirmando-se no presente e projetando-se no futuro e, por isso, atento à inovação e às necessidades do mercado e à articulação com o tecido empresarial. O ISEC investiu no último ano, com verbas próprias e com verbas do programa Maiscentro, cerca de um milhão de euros em laboratórios, equipamentos e na construção de um Data Center + Disaster Recovery e de um Centro Computacional de Elevado Desempenho.

No ISEC são lecionados nove cursos de Licenciatura nos diferentes ramos da Engenharia, sendo um deles em parceria com instituições homólogas europeias e permite a obtenção de uma dupla certificação/duplo diploma. São também ministrados dez cursos de Mestrado e onze Cursos Técnicos Superiores Profissionais, CTeSP, foram já aprovados e seis aguardam aprovação. Estes CTeSP terão a duração de dois anos com estágio integrado e funcionarão pela primeira vez no ano letivo 2015/2016.

Assim, a licenciatura em Bioengenharia com as características propostas insere-se perfeitamente na estratégia do ISEC quanto à oferta formativa e constitui uma aposta na continuidade da sua missão.

3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:

The Instituto Superior de Engenharia de Coimbra has as mission the creation, transmission and dissemination of

culture, science and technology, and shall deliver a higher level of training for the exercise of professional activities in the field of Engineering and promote the development of the region where acts.
The engineering education at ISEC, with this designation and integrated in polytechnic education, has four decades of existence. However, the teaching of technology and engineering has more than 90 years, and therefore the ISEC is a school with a long experience in teaching technology and engineering and is a reference as a school of excellence in the training of engineers capable and enabled to quickly enter the labor market. The characteristic of "know-how" that is cultivated in the training available in ISEC has been a strongly differentiating factor compared to university education and is responsible for the successful integration of graduates.
The ISEC follows the technical, scientific and pedagogical developments, asserting itself in the present and projecting into the future and, therefore, alerted to innovation and to market needs and cooperation with the business community. ISEC invested in the last year with its own funds and with funds from Maiscentro program, about a million euros in laboratories, equipment and construction of a Data Center Disaster Recovery + and a high Performance Computational Center.
ISEC offers nine degree courses in various branches of Engineering, one of them in partnership with European homologous institutions and allows a double certification/double degree. Offers also ten Master's courses and eleven Technicians Professional's courses, CTeSP, have already been approved and six await approval. These CTeSP will have a structure with two years with internship integrated and will be implemented for the first time in the academic year 2015/2016.
Thus, the degree in Bioengineering with the features proposed fits perfectly in the institutional training offer strategy of ISEC and allows pursuing with the institution mission.

3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição

3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:
O Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), criado em 1979 no âmbito da reestruturação do ensino superior politécnico em Portugal, herdou a tradição e a experiência das Escolas que o integram. Estas têm ao longo dos anos primado por uma cultura organizacional que lhe permitiu afirmar-se como um dos maiores institutos politécnicos do país e uma das mais importantes instituições de ensino superior público em Portugal. Na sua matriz, enquanto entidade constituinte do Ensino Superior Politécnico em Portugal, continua a ter como objetivos primordiais: formar alunos com elevado nível cultural, científico, artístico, tecnológico e profissional, através de um ensino prático e adaptado às necessidades da sociedade moderna; realizar atividades de investigação aplicada; prestar serviços à comunidade regional; fomentar o intercâmbio com instituições convergentes, nacionais e estrangeiras.
Na formação, tem como missão: lecionar cursos conducentes à obtenção dos graus de licenciado e mestre, bem como outros de menor duração; organizar/cooperar em atividades de extensão educativa, cultural e técnica; realizar trabalhos de investigação aplicada e desenvolvimento experimental; atualizar ou reconverter técnicos; apoiar o desenvolvimento regional, a investigação aplicada. 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 sem fins lucrativos que visem atividades de I&D e de desenvolvimento regional, nacionais ou internacionais, isto, por via de protocolos para realização de estágios curriculares e profissionais, ou desenvolvimento de projetos pelos alunos.
Por seu lado, o ISEC, com larga tradição e créditos firmados no ensino superior, tem por missão criar, transmitir e difundir cultura, ciência e tecnologia, ministrando formação superior para o exercício de atividades profissionais no campo da Engenharia e promover o desenvolvimento da região, como parceiro privilegiado das suas organizações empresariais e famílias. Pretende ser uma referência de excelência no ensino, com práticas flexíveis, criativas e inovadoras, com orientação eminentemente prática, fundada no conhecimento teórico rigoroso. Os valores por que se rege são a cidadania, a qualidade, 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 social e económico da região.
O ISEC orgulha-se de ter contribuído para a qualificação de larga percentagem dos profissionais da engenharia do País, em particular na região centro, assim como, dos Açores e da Madeira e dos países africanos de língua portuguesa. Assim, a licenciatura em Bioengenharia constitui uma aposta na continuidade desta missão, que vem sendo cumprida com êxito.

3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project:
The Polytechnic Institute of Coimbra (IPC), created in 1979, resulted of the restructuring process of the polytechnic education system in Portugal, thus inheriting the tradition and experience of the congregated Schools. Those have, over the years, favored an organizational culture that allowed it to be recognized as one of the largest polytechnic schools in the country, and one of the most important institutions devoted to promote polytechnic education in Portugal. As a player of the Polytechnic Education system in Portugal, it continues to have as primary objectives: train students with high cultural, scientific, artistic, and technological skills through a professional oriented education and adapted to the needs of the modern society; engage in activities of applied research; perform services to the community; and foster knowledge exchange with converging institutions, both national and international.
Regarding the student training, its main mission encompasses: offer graduation and master degrees, as well as short courses; organize and/or cooperate in educational, cultural and technical activities; conduct applied research

and experimental development; update or retrain technicians in a philosophy of continuous learning; support regional development, and applied R&D activities. It seeks to increase the interconnection with the business environment, aiming at the mutual valorization, by implementing projects of applied research and development, establishing partnerships and associating with national or international nonprofit institutions that seek for I&D activities and regional development, through the establishment of protocols for carrying out curricular and professional internships, or the development of projects by the students.

For its part, ISEC, with long tradition and credits in higher education, has as its goal create, transmit and disseminate culture, science and technology, providing graduated education to perform professional activities in the field of engineering and promoting the development of the region, as a privileged partner of its business organizations and families. ISEC wants to be a reference of excellence in higher education, with flexible, creative and innovative practices, with eminently practical orientation, based on rigorous theoretical knowledge. Its values are citizenship, quality, the constant search of valorization, the motivation and pedagogical, scientific and technological update of its resources, the good relationship and the availability to students and their partner organizations and the concern for the social and economic development of the region.

ISEC is proud to have contributed to the qualification of a large percentage of the engineering professionals of the country, particularly in the central region, as well as, traditionally, the Azores and Madeira and the Portuguese speaking African countries. Thus, the LBioE aims to continue this mission, which has so far been accomplished successfully.

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

A estratégia do IPC, e concretamente do ISEC, passa por reforçar a sua posição enquanto parceiro formativo e ator da promoção da melhoria contínua ao nível dos processos industriais, quer a nível regional, quer num quadro nacional. Neste contexto, os objetivos da Licenciatura em Bioengenharia estão totalmente alinhados com a missão, os valores e a estratégia da organização. Desta forma, foi privilegiada a formação de profissionais de perfil marcadamente profissionalizante para que constituam uma alternativa aos profissionais formados pelas instituições superiores de ensino universitário. Por outro lado, a proposta da licenciatura em Bioengenharia do ISEC resulta da reconversão da licenciatura em Engenharia Biológica e da evolução natural da Engenharia Química, pela assimilação da ideia que as ciências base de Engenharia passaram a abarcar não só a Matemática, a Física e a Química, mas também a Biologia, à semelhança do que acontece com outras escolas de Engenharia de referência nacional e internacional. Neste momento, a aplicação de sistemas biológicos ao serviço da engenharia é uma área emergente, de onde resulta novos conhecimentos e progressivamente vai adquirindo uma identidade própria. Nesse sentido, o ISEC, na figura do Departamento de Engenharia Química e Biológica, em colaboração com a Escola Superior Agrária de Coimbra, submeteu uma proposta de criação do Laboratório de Soluções Industriais Sustentáveis, no âmbito do concurso Centro-ICT-2013- 05 (Sistema de Apoio a Infraestruturas Científicas e Tecnológicas), que viu aprovada recentemente. Assim, o ISEC demonstra estar atento ao desenvolvimento da cultura industrial, antevendo a relevância da Bioengenharia ao nível da industrialização do país.

De facto, a indústria biotecnológica tem sido apontada pela União Europeia como uma indústria chave para sustentar a sua competitividade a nível mundial. Simultaneamente as diretivas europeias apontam para um desenvolvimento ambientalmente sustentável com o incentivo à integração dos processos industriais e valorização dos resíduos e bioprodutos. A Licenciatura em Bioengenharia é, deste modo, sustentada na adequação de uma estratégia levada a cabo pelo ISEC e de uma assumida necessidade de cumprir os requisitos do desenvolvimento tecnológico regional e nacional e vem suprir uma falta de oferta formativa nesta área na região centro.

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

The strategy of IPC, and specifically that of ISEC, is to strengthen its position as a training network active member, and promote the continuous improvement of its industrial partners' processes, either regionally or within a national framework. In this context, the objectives of the Bioengineering degree are fully aligned with the mission, values and strategy of the Institution. Thus, the training of engineers with a practical-oriented profile was privileged, constituting an alternative to professionals trained by higher institutions of university level. On the other hand, the Bioengineering degree in ISEC results of the reconversion of Biological Engineering degree and the natural evolution of Chemical Engineering, by assimilating the idea that the basic engineering sciences began to encompass not only mathematics, physics and chemistry but also biology, following the example of other national and international engineering schools of reference. At the present, the application of biological systems serving the engineering is an emerging area from which results new knowledge and gradually acquires its own identity. In this sense, ISEC, in the figure of the Department of Chemical and Biological Engineering, in collaboration with the School of Agriculture of Coimbra, submitted a proposal to create a Sustainable Industrial Solutions Laboratory, to the call centro-ICT-2013-05 (Sistema de Apoio a Infraestruturas Científicas e Tecnológicas), which was recently approved. Thus, ISEC proves to be attentive to the development of the industrial culture, anticipating the relevance of the Bioengineering at the industry level.

In fact, the biotechnology industry has been identified by the European Union as a key industry to sustain its global competitiveness. Simultaneously the European directives point to an environmentally sustainable development to encourage integration of industrial processes and the revalorization of waste and bioproducts. The degree in Bioengineering is thus sustained in the strategy pursued by ISEC and in the assumed need to meet the

requirements of regional and national technology development and fulfill a lack of training offer in this area in the central region.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Matemática I/Mathematics I

3.3.1. Unidade curricular:
Matemática I/Mathematics I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Pascoal Martins da Silva, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Compreensão e aplicação do conceito de integral de uma função real de variável real e aquisição de conhecimentos sobre ferramentas da Álgebra Linear. Pretende-se desenvolver capacidades pessoais que permitam a aprendizagem autónoma ao longo da vida, apoiando-se nos conhecimentos de nível secundário e em textos da especialidade. Incutir a preocupação pela qualidade e desenvolver o conhecimento e a capacidade de compreensão nos domínios das ciências da engenharia.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Knowledge of the basics of mathematical analysis and comprehension and appliance of integral calculus on IR. Understanding the fundamental concepts of matrices. Solve and interpret real problems. The student is expected to be able to: Explain the concepts, discuss and present each problem solution in an appropriate way; Solve practical problems with an increasing autonomy; Find and select relevant information from different sources such as textbooks and the web.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Funções hiperbólicas e funções trigonométricas inversas
2. Primitivação de funções reais de variável real: definição e propriedades. Primitivas imediatas e por decomposição. Métodos de primitivação: por partes, por substituição, de frações racionais e de funções trigonométricas.
3. Cálculo Integral em IR. Integral de Riemann (ou integral definido): definição e propriedades. Teorema Fundamental do Cálculo. Resultados fundamentais: integração por partes e por substituição. Aplicações do integral definido: áreas planas; comprimento de curvas; volumes de sólidos de revolução. Integral indefinido e integral impróprio.
4. Álgebra Linear. Matrizes: definição e exemplos. Operações com matrizes. Condensação de uma matriz pelo método de eliminação de Gauss; Matriz inversa; Determinantes: definição e propriedades. Operações com determinantes. Matriz adjunta e inversa. Resolução de sistemas lineares usando a eliminação de Gauss e a regra de Cramer.

3.3.5. Syllabus:
1. Real Functions on IR - Hyperbolic functions; Inverse trigonometric functions.
2. Antiderivatives. Integration techniques: decomposition, parts and substitution, and of trigonometric and rational functions.
3. Integral Calculus on IR. Definite integral (Riemann's integral); Fundamental theorem of calculus; Applications of integrals to the evaluation of areas, volumes and length of a curve; Indefinite and improper integrals.
4. Linear Algebra. Matrices, Systems of Linear Equations and Determinants.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A unidade curricular de Matemática I enquadra-se na formação de base que o aluno da licenciatura em Bioengenharia tem de completar, adquirindo ferramentas matemáticas para poder compreender e interpretar com clareza vários conceitos da área de Bioengenharia. Os conteúdos programáticos permitem desenvolver uma outra autonomia ao aluno para responder aos novos problemas e desafios que lhe surgirão ao longo do curso.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course of Mathematics I is part of the basic training that students of Bioengineering have to complete to be

able to understand the different concepts in the field of Bioengineering. The students develop a new ability to deal with problems and challenges that arise throughout the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas expositivas de apresentação das bases formais da unidade curricular, com apresentação de exemplos e aplicações, e aulas teórico-práticas. É usada uma plataforma moodle - laboratório virtual de matemática (lvm) - onde são disponibilizados os apontamentos das aulas teóricas e as fichas de apoio às aulas TP. É utilizado software (Mathematica, Wolfram Alpha e Moodle) para um tratamento complementar dos assuntos estudados. No que diz respeito à avaliação, os alunos podem optar por um exame final escrito, cotado para 20 valores, ou pela seguinte metodologia de avaliação distribuída: A. Teste 1 com cotação de 6 valores; B. Teste 2 com cotação de 3 valores; C. Exame final com cotação de 11 valores. A nota final será a nota de A+B+C. Só poderão optar pela avaliação distribuída os alunos com um mínimo de 75% de presenças nas aulas teórico-práticas lecionadas. A realização do primeiro teste pressupõe que o aluno optou pela avaliação distribuída.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the theoretical lectures, the formal bases of the course unit are presented together with practical examples and applications. Problem solving is carried out in practical classes. The Moodle platform - virtual lab math (lvm) – is used to provide all the material of lectures and support worksheets for every lesson TP. Regarding the assessment, students can opt for a final exam, worth 20 values, or the following method of distributed evaluation: A. Test 1 with 6 values; B. Test 2 with 3 values; C. Final exam with 11 values. The final grade will be the grade of A + B + C. Students that opt for distributed evaluation need a minimum of 75% attendance in practical classes taught. The completion of the first test assumes that the student has opted for distributed evaluation.

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

Para atingir os objetivos propostos para esta unidade curricular aplica-se uma metodologia de ensino expositiva nas aulas teóricas e dinâmica nas aulas teórico-práticas, com a formação de grupos para a resolução dos problemas propostos. Recorre-se às novas tecnologias para uma melhor interpretação dos conceitos, conferindo aos alunos uma maior motivação no seu estudo e o conhecimento de ferramentas importantes na análise e na resolução de problemas.

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

To achieve the proposed objectives for this course, the lectures are expository and the practical classes are dynamic, with the formation of groups to solve the problems posed. New technologies are used for better interpretation of the concepts, giving students extra motivation in their study and the knowledge of important tools to analyze and solve problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Larson, R., Hostetler, R.P. e Edwards, B.H., Cálculo Vol. 1, McGraw-Hill, 2006, (Capítulos 1,2,3).
2. Rodrigues, R., Notas Teóricas de Análise Matemática, Departamento de Física e Matemática, Secção de textos do ISEC (Capítulos 1,2,3).
3. Ferreira M.A.M. e Amaral, I., Álgebra Linear: Matrizes e Determinantes, Vol.1, Edições Sílabo, 2006, (Capítulo 4).
4. Fidalgo, C., Álgebra Linear, Departamento de Física e Matemática, Secção de textos do ISEC (Capítulo 4).

Mapa IV - Física / Physics

3.3.1. Unidade curricular:

Física / Physics

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

Susete Teresa Gaspar do Fetal, T: 30 horas; TP: 15 horas; PL: 15 horas

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

n.a.

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

Compreensão das leis fundamentais da Natureza no domínio da Mecânica Clássica. Assimilação dos conteúdos descritos no programa. Aplicação dos conhecimentos adquiridos na resolução de problemas e na interpretação de resultados. Aquisição autónoma de conhecimentos. Interpretação científica de fenómenos físicos. Aquisição e análise crítica de dados experimentais em grupo. Fomentar competências de relacionamento interpessoal decorrentes da troca de ideias e das decisões tomadas em grupo.

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

Learning the fundamental laws of Nature in the domain of Classical Mechanics, described in the syllabus. Solve problems and analyse results using the fundamental laws. Self acquiring knowledge. Scientific interpretation of physical phenomena. Acquire and analyse experimental data in group. Perform brainstorming between students.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Sistemas de unidades
2. Cálculo vectorial
3. Cinemática da Partícula
4. Dinâmica da Partícula
5. Estática da Partícula e do Corpo Rígido
6. Dinâmica do Corpo Rígido
7. Trabalho e Energia

3.3.5. Syllabus:

1. Units and systems of units
2. Vector Analysis
3. Particle kinematics
4. Particle dynamics
5. Static equilibrium
6. Rotational dynamics
7. Work and energy

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

O conteúdo programático fornece os conhecimentos fundamentais da mecânica clássica de um curso introdutório de física, de nível de ensino superior.

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

The syllabus corresponds to the international practice for introductory courses in classical mechanics for a graduated course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas teórico práticas e aulas práticas laboratoriais. A componente laboratorial consiste na realização de 4 trabalhos práticos, cada um com a cotação de 1 valor. A componente teórica, cotada para 16 valores, é avaliada por exame final ou por 3 testes realizados ao longo do semestre. A avaliação distribuída impõe presenças obrigatórias às aulas superiores a 75% e nota laboratorial superior a 2 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical, tutorial and laboratorial classes. The laboratorial component consists of 4 practical works, each one values 1/20. The theoretical component (16/20) is evaluated in final exam or with 3 tests during the semester. The distributed evaluations require an attendance of classes greater than 75% and a classification greater than 2/20 is the laboratorial component.

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

Os conceitos teóricos fundamentais são apresentados nas aulas teóricas. A compreensão dos conhecimentos adquiridos é promovida pela realização de exercícios teórico-práticos e aplicada nos laboratórios, que desenvolvem uma atitude profissional face ao trabalho. O estudo e a resolução individual de exercícios, suportado pelo contacto tutorial, permite ao aluno solidificar os conhecimentos adquiridos e aplicá-los em situações práticas, de forma autónoma. A realização de trabalhos laboratoriais em grupo permite exercitar a troca interpessoal de ideias científicas, a identificação conjunta de problemas, a procura de soluções e a discussão crítica dos resultados.

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

The fundaments of the theory are introduced in the theoretical classes. The understanding of the acquired knowledge is promoted by the performance of theoretical-practical exercises and applied in the laboratories, developing a professional attitude towards work. The individual study of the subject matters and the resolution of problems supported by tutorial contact is an important part of the work plan, acquiring the student habits of autonomous learning. The performance of group laboratorial work allows exercising the interpersonal exchange of ideas and the discussion of problems and solutions.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Mosca, G. e Tipler, P., Física para cientistas e engenheiros, volume 1, 6ª edição, Editora LTC, 2009. ISBN: 9788521617105.
2. Bueche, F.J. e Hecht, E., Física, McGrawHill, Portugal, 1997. ISBN:972-773-089-2.
3. Halliday, D., Resnick, R. e Walker, J., Fundamentos de Física, volume 1, 9ª edição, 2012. ISBN: 9788521619031.
4. Jewett Jr., J.W. e Serway, R.A., Física para cientistas e engenheiros, volume 1, tradução da 8ª edição, 2012. ISBN: 8522110840.
5. Finn, E.J. e Alonso, M., Física, 2012. ISBN: 9789725922965.
6. Apontamentos vários elaborados pela docente.

Mapa IV - Química / Chemistry

3.3.1. Unidade curricular:
Química / Chemistry

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Jorge Assunção Martins, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O principal objetivo da unidade curricular é fornecer ao estudante uma visão global da Química, de modo a consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos anteriormente. Pretende-se, ainda, introduzir o estudante nos campos da Química Orgânica, dando uma ênfase especial à estrutura, nomenclatura e características físico-químicas das principais famílias de compostos orgânicos. Assim, o aluno deverá ser capaz de i) compreender os conceitos básicos da química, ligações químicas e relações mássicas em reações químicas, estado da matéria, termoquímica e equilíbrio químico; ii) identificar reações de precipitação, ácido-base, oxidação-redução e reações com o oxigénio; iii) identificar os grupos funcionais dos compostos orgânicos e as suas propriedades; iv) determinar a estrutura de um composto orgânico a partir do seu nome e vice-versa e v) identificar e classificar diferentes isómeros de compostos orgânicos.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main objective of this course is to provide the student with an overview of Chemistry in order to consolidate and deepen previously acquired knowledge. It is intended to also introduce the student in the fields of organic chemistry, with particular emphasis on structure, nomenclature and physical and chemical characteristics of the main families of organic compounds. Thus, the student should be able to i) understand the fundamentals of chemistry, chemical bonds and mass relationships in chemical reactions, physical state of the matter, thermochemistry and chemical equilibrium; ii) identify precipitation, acid-base and redox reactions; iii) identifying the functional groups of organic compounds and their properties; iv) determining the structure of an organic compound from its name and vice versa, and v) identify and classify different organic compounds isomers.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Conceitos básicos
Composição e estrutura do átomo. Classificação e propriedades periódicas. Ligação química. Reações e equações químicas. Estequiometria.
2. Estados da matéria: gases, líquidos e sólidos
Características e propriedades do estado gasoso, líquido e sólido.
3. Alterações químicas e físicas das reações: Energia, cinética e equilíbrio
Termoquímica. Cinética da reação química. Equilíbrio químico. Energia das reações.
4. Reações e soluções
Tipos de reações: precipitação, ácido-base, oxidação-redução e reações com o oxigénio. Propriedades de soluções aquosas e coloidais. Solubilidade dos gases.
5. Origens e importância da Química Orgânica
Estrutura eletrónica e molecular dos compostos orgânicos. Deslocalização eletrónica. Híbridos de ressonância. Propriedades físicas e químicas.
6. Grupos funcionais e nomenclatura
Propriedades.
7. Estereoquímica
Isómeros constitucionais e estereoisómeros.

3.3.5. Syllabus:
1. Basic concepts

Composition and atomic structure. Classification and periodic properties. Chemical bond. Reactions and chemical equations. Stoichiometry.
2. Physical state of the matter: gases, liquids and solids
Characteristics and properties of gases, liquids and solids.
3. Chemical and physical changes of the reactions: energy, kinetic and equilibrium
Thermochemistry. Kinetics of chemical reactions. Chemical equilibrium. Energy of reactions.
4. Reactions and solutions
Types of reactions: precipitation, acid-base and redox reactions. Reactions with oxygen. Properties of aqueous and colloidal solutions. Solubility of gases.
5. Origins and importance of Organic Chemistry
Electronic and molecular structure of organic compounds. Electronic relocation. Hybrid resonance. Physical and chemical properties.
6. Functional groups and nomenclature
Properties.
7. Stereochemistry
Constitutional isomers and stereoisomers.

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

Os conteúdos programáticos fornecem os conceitos fundamentais da Química nomeadamente da ligação, da reação e do equilíbrio químico. São também abordados assuntos introdutórios da Química Orgânica, nomeadamente da estrutura atómica e molecular e as principais características e propriedades dos diferentes grupos funcionais presentes em compostos orgânicos.
Após uma abordagem introdutória de conceitos básicos sobre a composição e estrutura atómica, a classificação e propriedades periódicas dos elementos, é abordada a ligação e a reação química. São determinadas relações mássicas, realizados cálculos estequiométrico, são identificados reagentes limitantes e determinada a sua concentração, assim como calculados os rendimentos de reações. De seguida, abordam-se as propriedades dos gases, líquidos e sólidos. São, de seguida, introduzidos conceitos básicos de termodinâmica, cinética química e equilíbrio químico, aplicando-se esses conceitos a reações e equilíbrios ácido-base, redox e reações de precipitação.
Após uma abordagem à origem da Química Orgânica, como ciência propulsora da evolução e base das ciências biológicas, são introduzidos os conceitos de ligação química e estrutura em moléculas orgânicas. Após bem conhecidas e compreendidas as diferenças e propriedades dos grupos funcionais é estudada a estrutura tridimensional das moléculas pela sua relevância para o entendimento das propriedades e reatividade moleculares. Os conceitos abordados nesta unidade curricular permitirão a compreensão de conceitos abordados em unidades curriculares seguintes no plano curricular da licenciatura. Por outro lado, a existência de um laboratório integrador a decorrer no mesmo semestre permite aplicar e consolidar alguns dos conceitos estudados, nomeadamente técnicas básicas laboratoriais como pesagem, preparação de soluções e titulações.

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

The syllabus provides the basic concepts of chemistry including chemical bonding, reaction and equilibrium. It also covers organic chemistry subjects, including atomic and molecular structure and the main characteristics and properties of different functional groups present in organic compounds.
Beyond the fundamentals of composition and atomic structure, classification and periodic properties of the elements, it is addressed the chemical bonding and reaction. Mass relationships are determined, stoichiometric determinations are carried out, limiting reagents are identified and their concentration determined, as well as reaction yelds. Then, the properties of gases, liquids and solids area addressed. The fundamental concepts of thermodynamics and chemical kinetics chemical equilibrium are introduced, and applied to acid-base, redox and precipitation reactions and equilibrium.
Beyond the introduction of organic chemistry, chemical bonding and the structure of organic molecules are addressed. The differences and properties of functional groups is then studied, as well as the three-dimensional structure of molecules.
The concepts covered in this course will allow the understanding of concepts covered in the following courses. On the other hand, the existence of an integrator laboratory and allows to apply and consolidate the studied concepts, including basic laboratory techniques such as weighing, preparation of solutions and titrations.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são expositivas onde é utilizado um sistema de projeção de diapositivos em Power Point utilizando computador para apresentação formal da matéria. Nas aulas teórico-práticas, após uma breve introdução teórica, são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados. Todo o material é disponibilizado através da plataforma moodle. Os alunos são incentivados a participarem com questões e comentários durante as aulas teóricas e teórico-práticas.
No início do semestre os alunos optam por uma das seguintes metodologias de avaliação dos conceitos teóricos lecionados: i) avaliação por exame final ou ii) avaliação contínua englobando dois testes realizados ao longo do semestre cotados para 16 valores e a resolução individual, nas aulas teórico-práticas, de um conjunto de pequenos exercícios cotados em 4 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lecture classes are expository using a slide projection system for Power Point presentations. In practical (TP) classes, after a brief theoretical introduction, the different chapters exercise sheets are solved. All material is made available through the Moodle platform. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. At the beginning of the semester, students choose one of the following methods of evaluation: i) evaluation by final examination or ii) continuous evaluation covering two tests during the semester quoted for 16 values and the resolution, in practical classes, of a series of small exercises quoted for 4 values.

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

A metodologia de ensino usada promove a aquisição de conhecimentos pela via transmitida e pela via da resolução de exercícios. Assim, os conceitos teóricos são apresentados fundamentalmente nas aulas teóricas. Por outro lado, o processo interrogativo usado nas aulas teórico-práticas permite confrontar os alunos com questões pertinentes e potenciar a compreensão dos conhecimentos adquiridos através da realização de exercícios. Nessas aulas, após uma breve introdução teórica dos conceitos abordados na Ficha de Trabalho, os alunos são incentivados a encontrar a solução dos problemas propostos, por si mesmos ou em grupo, e sempre orientados e esclarecidos pelo docente. As Fichas de Trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada, permitindo aos alunos obter um conhecimento sólido sobre a ligação, reação e equilíbrio químico, bem como da estrutura e propriedades dos compostos orgânicos. Pretende-se, com a metodologia usada nas aulas teórico-práticas, que os alunos apliquem os conhecimentos transmitidos, inter-relacionando os vários conceitos fundamentais da Química.

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

The used teaching methodology promotes knowledge acquisition thru both exposition and problem solving ways. The theoretical concepts are fundamentally presented in lectures. On the other hand, the questioning process used in practical classes allows to confront students with the relevant concepts and promote knowledge acquisition by exercises resolution. In these classes, after a brief theoretical introduction of the addressed concepts in the exercise sheet, students are encouraged to find the solutions, by themselves or in group, and always guided by the teacher. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught, enabling students to gain a solid understanding of the chemical bonding, reaction and equilibrium, as well as the organic compounds structure and properties. It is intended, with the used methodology in the practical classes, that students apply the acquired knowledge, interrelating the various fundamental concepts of chemistry.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Chang, R., "Química", 8ª edição, McGraw-Hill Interamericana, 2005.
2. Atkins, P., Overton, T., Rourke, J., Weller, M., Armstrong, F., "Inorganic Chemistry", 4th ed., Oxford, 2006.
3. Almeida, B., "Fundamentos de Química Orgânica e Inorgânica", 1ª edição, Edições Sílabo, Lisboa, 2004.
4. Atkins, P.W., "Physical Chemistry", 6th edition, Oxford University Press, Oxford, 1998.
5. Reger, D., Goode, S., Mercer, E.,"Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1997.
6. Santos, P.P., Química Orgânica, volume 1, 1ª edição, IST Press, Lisboa, 2011.
7. Santos, P.P., Química Orgânica - Volume 2, 1ª edição, IST Press, Lisboa, 2013.
8. Morrison, R. e Boys, R., Química Orgânica, 14ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2005.
9. Carey, F.A., Organic Chemistry, 7th edition, McGraw Hill, New York, 2008.
10. Campos, L.S. e Mourato, M., Nomenclatura dos Compostos Orgânicos, 2ª edição, Escolar Editora, Lisboa, 2002.

Mapa IV - Biologia Celular / Cellular Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Biologia Celular / Cellular Biology

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

António Luís Pereira do Amaral, T: 15 horas; TP: 15 horas; PL: 15 horas

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

n.a.

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

O principal objetivo da unidade curricular (UC) é fornecer aos estudantes os conceitos fundamentais da Biologia Celular, de modo a que estes sejam capazes de compreender os conceitos abordados em UC's seguintes no plano curricular da licenciatura, da área das Ciências Biológicas. Pretende-se assim, que os estudantes sejam capazes de: i) reconhecer e aplicar na prática metodologias de estudo das células; ii) identificar e distinguir as estruturas

celulares e funções nas células procariotas e eucariotas; iii) reconhecer a estrutura das membranas celulares e os principais mecanismos de transporte; iv) identificar os processos de reprodução celular em eucariotas e procariotas.

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

The main objective of this course is to provide students with the fundamental concepts of Cellular Biology, so that they are able to understand the basic concepts in the area of Life Sciences. It is intended that students be able to: i) recognize and apply in practice cell study methodologies; ii) identify and distinguish cellular structures and function in prokaryotic and eukaryotic cells; iii) recognize the structure of cell membranes and the main transport mechanisms; iv) identify the cell reproduction processes in eukaryotes and prokaryotes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. O estudo da célula
Origem, evolução e diversidade celular. Metodologias de estudo da célula. Fundamentos de microscopia ótica e eletrónica. Principais aplicações da microscopia. A célula procariota e eucariota.
2. Estrutura das células procariotas e eucariotas
Características morfológicas dos microrganismos procarióticos. Estruturas celulares e função nas células procariotas. Estruturas celulares e função nas células eucariotas. Formas latentes.
3. A membrana plasmática e o transporte transmembranar
Constituição e função das membranas biológicas. Mobilidade e assimetria. Dinâmica das membranas. Transporte através da membrana: Difusão simples, difusão facilitada, transporte ativo e translocação de grupo.
4. Mecanismos de divisão celular
Reprodução dos microrganismos procarióticos. Ciclo celular dos organismos eucariotas. Reprodução em organismos eucarióticos: mitose, meiose e gametogénese.

3.3.5. Syllabus:

1. The study of the cell
Origin, evolution and cell diversity. Cell study methodologies. Optical and electronic microscopy fundamentals. Main microscopy applications. Prokaryotic and eukaryotic cells.
2. Structure of prokaryotic and eukaryotic cells
Morphological characteristics of prokaryotic microorganisms. Cellular structures and function in prokaryotic cells. Cellular structures and function in eukaryotic cells. Latent forms.
3. The plasma membrane and transmembrane transport
Structure and function of biological membranes. Mobility and asymmetry. Dynamics of membranes. Transport through the membrane: Simple Diffusion, facilitated diffusion, active transport and group translocation.
4. Cell division mechanisms
Reproduction of prokaryotic microorganisms. Cell cycle of eukaryotic organisms. Reproduction in eukaryotic organisms: mitosis, meiosis and gametogenesis.

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

Nesta unidade curricular pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno seja capaz de reconhecer e aplicar na prática metodologias de estudo das células, tais como técnicas de microscopia. As estruturas celulares, e respetivas funções nas células procariotas e eucariotas, serão alvo de estudo no segundo capítulo. Já a estrutura das membranas celulares e os principais mecanismos de transporte serão abordados no capítulo três. Finalmente, os processos de reprodução celular em eucariotas e procariotas serão caracterizados no capítulo quatro. A execução de trabalhos práticos laboratoriais incidirá o aluno no uso de técnicas de microscopia para a identificação da morfologia e estrutura celulares de diversos organismos, de modo a complementar os objetivos de aprendizagem propostos.

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

In this course it is intended with the first chapter, that the student be able to recognize and apply in practice methodologies of cell study, such as microscopy techniques. The cellular structures, and their functions in prokaryotic and eukaryotic cells, will be the subject of study in the second chapter. Furthermore, the structure of cell membranes and the main transport mechanisms will be discussed in chapter three. Finally, cell reproduction processes in eukaryotes and prokaryotes will be discussed in the fourth chapter. The execution of laboratory works will focus on the use of microscopy techniques for the identification of cell morphology and structure regarding a number of living cells, complementing the proposed learning outcomes.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas incidirão nas noções básicas da unidade curricular, as aulas teórico-práticas na resolução de questões, e as aulas laboratoriais na aplicação prática dos conceitos adquiridos. Nas aulas teóricas a matéria será exposta por projeção em powerpoint. Nas aulas teórico-práticas são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados. Nas aulas laboratoriais serão efetuados trabalhos práticos para identificação da morfologia e estrutura celulares. O material de estudo é disponibilizado através da plataforma moodle. O aluno

pode optar por um dos seguintes modos de avaliação: i) contínua ou ii) por exame final. A avaliação contínua será efetuada através de mini-testes escritos periódicos (15 valores) e de um teste laboratorial prático (5 valores). A avaliação por exame final será efetuada por um teste laboratorial prático (5 valores) e um exame escrito no fim do semestre (15 valores). O aluno necessita aprovação em ambos os testes para ser aprovado à UC.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lecture (T) classes will targeted the theoretical foundations of the course, practical (TP) classes target questions resolution and laboratory (PL) classes the application of the acquired concepts. In lecture classes the theoretical concepts exposition will be performed by Powerpoint projection. In the practical classes the different chapters exercise sheets are solved. In laboratory classes practical work to identify cell structure and morphology will be performed. All study material is made available through the Moodle platform. Students can choose one of the following evaluation methodologies: i) continuous evaluation or ii) evaluation by final exam. Continuous evaluation will be accomplished by periodic written tests (15 values) and a practical laboratory test (5 values). Evaluation by final exam will be conducted by a practical laboratory test (5 values) and a written exam at the end of the semester (15 values). The students need approval in both exams for the course approval.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas teórico-práticas, através da resolução de questões e nas aulas laboratoriais pela execução de trabalhos práticos. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, os alunos são incentivados a encontrar a solução as questões propostas nas fichas de trabalho, orientados pelo docente. Será promovida a discussão das questões propostas nas aulas teórico-práticas, assim como do tópico em análise, por forma a desenvolver o espírito crítico dos alunos. As fichas de trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada, correspondendo em número a cada um dos quatro capítulos enunciados nos conteúdos programáticos. Nas aulas laboratoriais será promovida a aplicação prática dos conceitos apreendidos, completando os objetivos de aprendizagem definidos.

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

The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, later applied in practical (TP) classes, by solving questions, and in laboratory (PL) classes through the execution of practical work. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes. In the practical classes, students are encouraged to find the solution of the questions proposed in the exercise sheets, with teacher guidance. Discussion of the proposed questions will also be promoted in the practical classes, as well as the topic under review, in order to develop the students' critical analysis ability. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught, corresponding to each of the four chapters set out in the syllabus. In the laboratory classes the practical application of the acquired concepts will be promoted, completing the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Azevedo, C., Biologia Celular e Molecular, 4ª ed., Lidel, edições técnicas, 2005.
2. Pelczar, Chang e Krieg, Microbiologia – conceitos e aplicações, Makron Books, 1996.
3. Willey, Sherwood, Woolverton, Microbiology, 7th Ed., McGraw Hill, NY, 2008.
4. Black. G., Microbiology – principles and explorations, 6th Ed., John Wiley & Sons, NJ, 2005.
5. Ferreira, Sousa e Lima. Microbiologia, Lidel, 2010.

Mapa IV - Introdução à Bioengnharia / Introduction to Bioengineering

3.3.1. Unidade curricular:

Introdução à Bioengnharia / Introduction to Bioengineering

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

Maria João da Anunciação Moreira, T: 15 horas; TP: 15 horas

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

António Luís Pereira do Amaral, TP: 7,5 horas
Belmiro Pereira Mota Duarte, TP: 7,5 horas

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

O objetivo principal da unidade curricular é proporcionar ao estudante uma visão integrada da Bioengenharia e dos seus vários campos de aplicação, centrada na análise de conceitos de engenharia e design de processos e sistemas biológicos. Assim, pretende-se que os estudantes sejam capazes de i) compreender os conceitos dos

novos paradigmas da engenharia e das ciências da vida e identificar as áreas atuais de importância tecnológica, como a Biologia sintética, a Nanobiotecnologia, os processos biotecnológicos industriais e ambientais, as terapias moleculares e celulares, a medicina regenerativa e a terapia genica; ii) analisar, esquematizar e definir os processos e suas variáveis; iii) realizar balanços de massa e de energia a processos biológicos; iv) identificar oportunidades de negócios pela análise de processos inovadores.

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

The main objective of this course is to provide students with an integrated view of Bioengineering and its various fields of application, focused on the analysis of engineering concepts, biological systems and processes design. It is intended that the students be able to: i) understand the concepts of the new engineering and life sciences paradigms, and identify the current areas of technological importance, including synthetic biology, Nanobiotechnology, industrial and environmental biotechnology processes, molecular and cellular therapies, regenerative medicine and gene therapy; ii) perform mass and energy balances within biological processes; iii) analyze, layout and define processes and their variables; iv) identify business opportunities through innovative processes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. A Bioengenharia como o resultado da integração das ciências físicas, de engenharia e as ciências da vida. Introdução aos bioprocessos. A tecnologia de DNA recombinante. A era da genómica, proteómica e metabolómica. Biologia sintética. Nanobiotecnologia. Engenharia de bioprocessos. Aplicações industriais, ambientais e energéticas. Terapias moleculares e celulares e medicina regenerativa.
2. Introdução aos cálculos de engenharia. Definição de processo. Variáveis do processo. Diagramas de fabrico, de fluxo e de blocos.
3. Introdução aos balanços de massa. Balanços de massa a processos com e sem reação. Estequiometria do crescimento celular e formação do produto.
4. Balanços de energia. Formas de energia. Equação de conservação de energia. Balanços de energia em processos não reacionais.
5. Inovação e empreendedorismo.

3.3.5. Syllabus:

1. Bioengineering as the result of the integration of physical sciences, engineering and life sciences. Introduction to bioprocesses. Recombinant DNA technology. The era of genomics, proteomics and metabolomics. Synthetic biology. Nanobiotechnology. Bioprocess engineering. Industrial, environmental and energy applications. Molecular and cellular therapies and regenerative medicine.
2. Introduction to engineering calculations. Process definition. Process variables. Manufacturing diagrams, flow charts and block diagrams.
3. Introduction to mass balances. Mass balances processes with and without reaction. Stoichiometry of cell growth and product formation.
4. Energy balances. Types of energy. Energy conservation equation. Energy balances on non-reaction processes.
5. Innovation and entrepreneurship.

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

Nesta unidade curricular pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno seja capaz de compreender os conceitos dos novos paradigmas da engenharia e das ciências da vida e identificar as áreas atuais de importância tecnológica. A análise, esquematização e definição dos processos e suas variáveis é abordada no capítulo dois. Nos capítulos três e quatro, subsequentes, pretende-se que o aluno aprenda a realizar balanços de massa e de energia a processos biológicos. Finalmente a análise de processos inovadores para identificação de oportunidades de negócios é discutida no capítulo cinco.

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

In this course it is intended with the first chapter, that the student be able to understand the concepts of the new engineering and life sciences paradigms, and identify the current areas of technological importance. The analysis, layout and definition of the processes and their variables is discussed in chapter two. In subsequent chapters three and four it is intended that students perform mass and energy balances within biological processes. Finally the analysis of innovative processes to identify business opportunities is discussed in chapter five.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão orientadas para a compreensão das noções básicas da unidade curricular, sendo complementadas com aulas teórico-práticas para a resolução de questões e estudos de casos. Nas aulas teóricas a exposição da matéria será efetuada através da utilização de um sistema de projeção de diapositivos em powerpoint. Nas aulas teórico-práticas são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados e executados trabalhos de grupo de análise de artigos científicos sobre temas ligados à Bioengenharia. Os alunos são incentivados a participarem durante as aulas teóricas e teórico-práticas. No final das aulas teórico-práticas serão discutidas as respostas às questões propostas e aos tópicos enquadrados. Todo o material de estudo é

disponibilizado através da plataforma moodle. A metodologia de avaliação consistirá na realização dum exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lecture (T) classes will be targeted at understanding the theoretical foundations of the course, being complemented with practical (TP) classes for resolution of questions. In lecture classes the theoretical concepts exposition will be performed by Powerpoint slides projection. In the practical classes the different chapters exercise sheets are solved and group works analysis of scientific papers on issues related to Bioengineering is performed. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. At the end of the practical classes it will be discussed the answers to the questions posed and framed topics. All study material is made available through the Moodle platform. The evaluation methodology will consist in a final exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas teórico-práticas, através da resolução de questões e execução de trabalhos de grupo. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, os alunos são incentivados a encontrar a solução as questões propostas nas fichas de trabalho, por si mesmos ou em grupo, orientados pelo docente. Deste modo, será promovida a discussão das questões propostas nas aulas teórico-práticas, assim como do tópico em análise, por forma a desenvolver o espírito crítico dos alunos. As fichas de trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada. Será ainda efetuada a análise a artigos científicos, ligados à Bioengenharia, de acordo com os objetivos de aprendizagem definidos, apresentação e estudo de casos do domínio da Bioengenharia.

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

The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, further applied in the practical (TP) classes, by solving questions and executing group works. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes. In the practical classes, students are encouraged to find the solution of the questions proposed in the exercise sheets, by themselves or in group, with teacher guidance. Discussion of the proposed questions will also be promoted in the practical classes, as well as the topic under review, in order to develop the students' critical analysis ability. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught. A group work analysis will also be performed to scientific articles, in the bioengineering field, according to the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Doran, P., Bioprocess Engineering Principles, 2nd Ed., Elsevier, 2012.
2. Bailey, J.E., Ollis, D.F., Biochemical Engineering Fundamentals. , McGraw-Hill., 1987.
3. Bygrave, W., Zacharakis, A.,Entrepreneurship. 2011. ISBN: 978-0-471-75545-6.
4. Seider, W.D., Seader, J.D., Lewin, D.R., Product and process design principles, 2008. ISBN: 0-471-45247-5 0471203165.
5. Cortassa, S., Aon, M.A., Iglesias, A.A., Lloyd, D., An introduction to metabolic and cellular engineering. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2002.
6. Neumann, K-H., Kumar, A., Imani, J., Plant cell and tissue culture – a tool in biotechnology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
7. Blank, S.G., and Bob, D., The startup owner's manual: the step-by-step guide for building a great company. K&S Ranch, Incorporated, 2012. ISBN: 0984999302.
8. Osterwalder, A., and Yves, P., Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley. com, 2010. ISBN: 0470876417.

Mapa IV - Laboratório Integrado I / Integrated Laboratory I

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório Integrado I / Integrated Laboratory I

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

Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques, PL: 60 horas

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

n.a.

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

O objetivo principal da unidade curricular é fornecer ao estudante os fundamentos teóricos e aprendizagem prática

de Química Laboratorial e Química Analítica, permitindo-lhe que acompanhe, na prática, conceitos básicos lecionados em disciplinas teóricas como a Química.
Pretende-se que o aluno adquira as seguintes competências: i) capacidade de realizar trabalho em grupo; ii) capacidade de organizar e gerir a realização de trabalho; iii) capacidade de reportar o trabalho realizado (oralmente e na forma de relatório) e de discutir e analisar os resultados experimentais obtidos; iv) capacidade de utilizar convenientemente o diverso material e equipamento laboratorial; v) capacidade de preparar e estandardizar soluções utilizadas em análise química.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main objective of the course is to provide the student with the theoretical foundations and practical learning of Laboratory and Analytical Chemistry, allowing him to put in practice basic concepts taught in theoretical disciplines such as Chemistry.
It is intended that students acquire the following competencies: i) ability to conduct group work; ii) ability to organize and manage the work in process; iii) ability to describe (orally and in report form) the performed work and to discuss and analyze the experimental results; iv) ability to correctly use the material and laboratory equipment; v) ability to prepare and standardize solutions used in chemical analysis.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
Assuntos Teóricos:
Regras de segurança em laboratórios. Manuseamento de material de vidro graduado e equipamento de uso comum. Avaliação estatística, apresentação, interpretação e validação de resultados analíticos. Preparação de soluções. Titulações ácido-base, de oxidação-redução, precipitação e complexação. Titulação potenciométrica.
Trabalhos Experimentais a realizar:
1. Calibração de uma pipeta
2. Determinação da concentração de permanganato de potássio numa amostra por espectroscopia UV/VIS
3. Preparação e estandardização de uma solução aquosa de HCl e NaOH
4. Preparação e estandardização de uma solução aquosa de nitrato de prata e determinação de cloretos no leite
5. Preparação e estandardização de uma solução aquosa de EDTA e determinação do cálcio e do magnésio no leite
6. Preparação e estandardização de uma solução aquosa de tiossulfato de sódio e determinação do oxigénio dissolvido na água pelo método de Winkler
7. Titulação potenciométrica de uma solução de ácido ascórbico

3.3.5. Syllabus:
Safety rules in laboratory. Graduated glassware and commonly used equipment handling. Statistical evaluation, presentation, interpretation and validation of analytical results. Preparation of solutions. Acid-base, oxidation-reduction, precipitation and complexation titrations. Potentiometric titration.

Experimental work to be done:
1. Calibration of a pipette
2. Determination of potassium permanganate concentration in a sample by UV / VIS spectroscopy
3. Preparation and standardization of an aqueous solution of HCl and NaOH
4. Preparation and standardization of an aqueous solution of silver nitrate and determination of chlorides in milk
5. Preparation and standardization of an aqueous solution of EDTA and determination of calcium and magnesium in milk
6. Preparation and standardization of an aqueous solution of sodium thiosulfate and determination of dissolved oxygen in water by the Winkler method
7. Potentiometric titration of an ascorbic acid solution

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
São realizadas aulas laboratoriais de modo a que os estudantes tenham contacto não só com as técnicas básicas laboratoriais de Química, mas também as possam aplicar e consolidar com a aplicação prática dos conceitos teóricos adquiridos. Após a execução de cada trabalho prático, e entrega do respetivo relatório, é feita uma discussão oral por grupo. Com a execução experimental, a elaboração do relatório e a discussão oral, pretende-se que o aluno adquira a capacidade de trabalhar em grupo, de reportar o trabalho realizado e discutir e analisar os resultados experimentais obtidos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Laboratory classes are held so that students may have contact with the Chemical laboratory basic techniques, and apply and consolidate, by means of practical application, the acquired theoretical concepts. After the execution of each practical work, and the respective written report, an oral discussion group is performed. With the experimental execution, preparation of the written report and oral discussion, it is intended that students acquire the ability to work in a group, report the performed work and discuss and analyze the experimental results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas laboratoriais onde são realizados, por grupo, os trabalhos experimentais. Inicialmente é apresentado o procedimento a executar e verifica-se a validade dos cálculos preparatórios realizados pelos alunos. De seguida os alunos executam, com autonomia, o procedimento e o tratamento dos resultados, sob a assistência do docente. Durante as aulas os alunos são confrontados com questões pertinentes para avaliar como se prepararam e potenciar a compreensão dos conhecimentos adquiridos. No fim da realização do trabalho é feita uma discussão oral onde são discutidos os conceitos teóricos e os resultados obtidos. São ainda analisados os relatórios elaborados. A avaliação é contínua e tem em conta: i) Avaliação diagnóstica (10%); ii) Relatório de Procedimentos de Segurança (5%); iii) Relatórios (40%); iv) Avaliação do desempenho nas aulas (20%) e v) Teste prático individual, com nota mínima de 9 valores (25%). A classificação final é obtida pela soma das contribuições das várias componentes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Laboratory classes where each group conducts an experimental work. Initially the protocol to be followed is introduced and the validity of the preparatory calculations, performed by the students, is checked. Then the students put into practice, with autonomy, the protocol and perform the results treatment, under teacher supervision. During the class the students are questioned to assess their class preparation and enhance the acquired knowledge understanding. At the end of the practical work an oral discussion takes place where the theoretical concepts and results are discussed. The written reports are further analyzed. The evaluation is continuous and takes into account: i) diagnostic assessment (10%); ii) Safety Procedures Report (5%); iii) written Reports (40%); iv) Performance evaluation in class (20%) and v) individual practical test with a minimum score of 9 values (25%). The final classification is obtained by adding the contributions of the various components.

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

As aulas práticas laboratoriais permitem que os objetivos desta unidade curricular sejam atingidos, uma vez que os trabalhos são executados em grupo e consistem na aplicação das técnicas básicas de um laboratório de Química. Nessas aulas, os alunos têm que organizar e gerir a realização do trabalho experimental, bem como reportar o trabalho realizado na forma de relatório. Por outro lado, as aulas de discussão permitem que os alunos desenvolvam a capacidade de discutir e analisar os resultados experimentais obtidos. O trabalho individual preparatório e os testes diagnóstico realizados em algumas aulas laboratoriais permitem avaliar o modo como os estudantes se prepararam para a realização da atividade experimental. O Relatório de Procedimentos de Segurança que os alunos têm que elaborar para cada trabalho experimental e entregar no início da aula, tem como objetivo auxiliar a preparação do trabalho e alertar os alunos para os procedimentos de segurança a ter em conta na realização do trabalho. O teste prático individual realizado no final do semestre permite verificar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes quer teóricos quer práticos para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.

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

Laboratory classes allow for the objectives of this course to be met, given that the work, consisting on applying Chemistry lab basic techniques, is executed in group. Students must organize, manage and execute an experimental work, and report the performed work as a written report. On the other hand, discussion classes allow students to develop the ability to discuss and analyze the experimental results. Preparatory individual work, and diagnostic tests, allow to assess students preparation to carry out the experimental activity. The Security Procedures Report mandatory for each experimental work, and delivered at the beginning of the class, aims to help the work preparation and alert students to safety procedures to take into account when carrying out the work. The individual practical test, conducted at the semester end, allows checking whether the student has acquired sufficient knowledge in both theoretical and practical aspects to achieve the course proposed objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Skoog, D.A, West, D-M., Holler, F.J., Crouch, S.F. Química Analítica, McGraw-Hill, 7ªEd, 2000.
2. Aléxeev, V. Análise Quantitativa, Ed Lopes da Silva, 3ªEd, 1980.
3. Harris, D.C., Exploring Chemistry Analysis, Freeman Ed, 2001.
4. Simões, J.M., Lampreia, I., Santos, F., Norberto, M.F., Pamplona, M.T., Meireles, M.M., Guia de Laboratório em Química e Bioquímica, Lidel, 2ª Ed, 2008.
5. Vidal, M.M., Filipe, O. e Costa, M.C., Química no Laboratório. 2ª edição, 100luz., 2010.
6. Patnaik, P., Deans's Analytical Chemistry Handbook, McGraw-Hill, 2004.
7. Kenkel,J., Analytical Chemistry for Technicians, CRC Press, 2003.
8. Rouessac, F. and Rouessac, A., Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques, John Wiley & Sons, 2000.

Mapa IV - Matemática II / Mathematics II

3.3.1. Unidade curricular:

Matemática II / Mathematics II

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Pascoal Martins da Silva, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecimentos em temas de Matemática superior indispensáveis para compreender as matérias lecionadas nas restantes unidades curriculares da licenciatura: conhecimento e interpretação dos conceitos de equação diferencial ordinária, série numérica e série de potência, função real de várias variáveis reais, derivada direcional e integral múltiplo. Capacidade para aplicar estes conhecimentos na resolução de problemas. Desenvolvimento do espírito crítico e da capacidade de raciocínio.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Knowledge and interpretation of the concepts of ordinary differential equation, numerical series and power series, real function of several variables, directional derivative and multiple integral. Ability to apply this knowledge in solving problems. Development of critical thinking and reasoning skills.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução ao estudo das equações diferenciais: Equações de primeira ordem - Existência e unicidade de solução. Equação linear de primeira ordem. Equação de Bernoulli. Equação de variáveis separáveis. Equação homogénea de grau zero.
2. Cálculo diferencial e integral em IR^n: (a) Funções reais de várias variáveis reais. Funções diferenciáveis. Derivada direcional, plano tangente e reta normal. Aproximação linear. Regra da cadeia. Extremos de funções de duas variáveis - Extremos livres, extremos condicionados e método dos multiplicadores de Lagrange. (b) Integral duplo – Definição, propriedades e interpretação geométrica. Cálculo do integral duplo.
3. Séries numéricas: Sucessão numérica. Série geométrica e série telescópica. Condição necessária de convergência. Séries de termos não negativos. Critérios de comparação.
4. Séries de potências. Definição. Raio e intervalo de convergência. Propriedades e operações com séries de potências. Série de Taylor.

3.3.5. Syllabus:
1. Introduction to ordinary differential equations: First-order differential equations - First-order linear differential equation, Bernoulli equation, separable equation and homogeneous equation.
2. Differential and integral calculus in IR^n: (a) Scalar fields - Notions of topology. Differentiable functions. A sufficient condition for differentiability. Directional derivatives and tangent plane. Chain rule. Geometric relation of the directional derivative to the gradient vector. Maxima, minima and saddle points. Extrema with constraints and Lagrange's multipliers. (b) Integral calculus in Rn: Double integrals.
3. Infinite series: Sequences of real numbers. Infinite series. Geometric series and Telescoping series. Necessary condition for convergence. Series of nonnegative terms. Tests for convergence.
4. Real power series: Radius and interval of convergence. Properties of functions represented by power series. The Taylor series generated by a function. Power series expansions.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A unidade curricular de Matemática II enquadra-se na formação de base que o aluno da licenciatura em Bioengenharia tem de completar, adquirindo ferramentas matemáticas para poder compreender e interpretar com clareza vários conceitos da área de Bioengenharia. Os conteúdos programáticos permitem desenvolver uma outra autonomia ao aluno para responder aos novos problemas e desafios que lhe surgirão ao longo do curso.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This course unit is part of the basic training that students of Bioengineering have to complete to be able to understand the different concepts in the field of Bioengineering. The students develop a new ability to deal with problems and challenges that arise throughout the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A aprendizagem do aluno desenvolve-se em simultâneo nas aulas teóricas e nas aulas teórico-práticas. As aulas teóricas têm por finalidade a apresentação de toda a informação matemática descrita no programa da disciplina com exemplos de aplicação dos conceitos. As aulas teórico-práticas têm por objetivo a discussão dos temas apresentados nas aulas teóricas, através da resolução de exercícios, com a coordenação do professor. É utilizado software (Mathematica, Wolfram Alpha e Moodle) para um tratamento complementar dos assuntos estudados. Avaliação por exame final (na época normal e na época de recurso) cotado para 20 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures are intended to provide all the mathematical concepts described in the syllabus with examples where the concepts are applied. In the practical classes exercises are solved in order to discuss the topics presented in the lectures. The software Mathematica, Wolfram Alpha and Moodle are used for further treatment of the subjects studied. There is a final exam (100%).

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

Para atingir os objetivos propostos para esta unidade curricular aplica-se uma metodologia de ensino expositiva nas aulas teóricas e dinâmica nas aulas teórico-práticas, com a formação de grupos para a resolução dos problemas propostos. Recorre-se às novas tecnologias para uma melhor interpretação dos conceitos, conferindo aos alunos uma maior motivação no seu estudo e o conhecimento de ferramentas importantes na análise e na resolução de problemas.

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

To achieve the proposed objectives for this course, the lectures are expository and the practical classes are dynamic, with the formation of groups to solve the problems posed. New technologies are used for better interpretation of the concepts, giving students extra motivation in their study and the knowledge of important tools to analyze and solve problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Abbott, S., Understanding analysis, Springer, 2002.
2. Anton, H., Cálculo - um novo horizonte, vol. 1 and vol. 2, Bookman, 2007.
3. Apostol, T.M., Calculus, vol. I and vol. II, John Wiley, 1969.
4. Azenha, A., Jerónimo, M.A., Cálculo diferencial e integral em R e Rn, McGraw-Hill, 1995.
5. Ferreira, M.F., Equações diferenciais ordinárias, McGrawHill, 1995.
6. Guidorizzi , H.L., Um curso de cálculo, vol. 1 and vol. 2., , LTC, 2011.
7. Rodrigues, R.C., Notas teóricas e exercícios de análise matemática, DFM, ISEC.

Mapa IV - Bioquímica e Biologia Molecular / Biochemistry and Molecular Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Bioquímica e Biologia Molecular / Biochemistry and Molecular Biology

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

António Luís Pereira do Amaral, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

n.a.

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

O principal objetivo da unidade curricular (UC) é fornecer aos estudantes os conceitos fundamentais da Bioquímica e Biologia Molecular, de modo a que estes sejam capazes de compreender os conceitos abordados em UC's seguintes no plano curricular da licenciatura, da área das Ciências Biológicas. Pretende-se assim, que os estudantes: i) compreendam a estrutura e função das principais macromoléculas biológicas; ii) compreendam o metabolismo celular; iii) Identifiquem os principais processos de regulação e controlo das vias metabólicas; iv) conheçam os vários processos de armazenamento e expressão da informação genética na célula.

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

The main objective of this course is to provide students with the fundamental concepts of Biochemistry and Molecular Biology. It is intended thus, that the students be able to: i) understand the structure and function of the major biological macromolecules; v) understand the cellular metabolism; iii) Identify the main processes of regulation and control of metabolic pathways; iv) comprehend the various processes of storage and expression of genetic information in the cell.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Macromoléculas biológicas
Meio aquoso, solubilidade e pH. Estrutura e função das principais macromoléculas biológicas: Proteínas, enzimas, hidratos de carbono, lípidos e ácidos nucleicos.
2. Metabolismo celular

Vias de produção de ATP pelos seres vivos. Fixação do carbono inorgânico. Vias de degradação de nutrientes complexos. Vias de regeneração do NAD. Vias de degradação de lípidos e proteínas.
3. Regulação das vias metabólicas
Conceitos de regulação e controlo. Processos pós-tradução de controlo e regulação das vias metabólicas.
4. Bases moleculares de hereditariedade
Genes e genoma. Mecanismos da replicação, transcrição e síntese proteica. Regulação da expressão genética. Mecanismos de variabilidade genética e de reparação do DNA.

3.3.5. Syllabus:
1. Biological macromolecules
Aqueous medium, solubility and pH. Structure and function of biological macromolecules. Proteins, enzymes, carbohydrates, lipids and nucleic acids.
2. Cellular metabolism
ATP production pathways by living organisms. Fixation of inorganic carbon. Degradation of complex nutrients. NAD regeneration pathways. Lipids and proteins degradation pathways.
3. Regulation of metabolic pathways
Concepts of regulation and control. Post-translational control processes and regulation of metabolic pathways.
4. Molecular basis of heredity
Genes and genome. Mechanisms of replication, transcription and protein synthesis. Regulation of gene expression. Mechanisms of genetic variability and DNA repair.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Nesta unidade curricular pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno seja capaz de reconhecer a estrutura e função das principais macromoléculas biológicas (proteínas, enzimas, hidratos de carbono, lípidos e ácidos nucleicos). Já no capítulo dois pretende-se que o aluno compreenda metabolismo celular, ao nível das principais vias de produção de ATP, degradação de nutrientes complexos e de regeneração do NAD. O capítulo três aborda os principais processos de regulação e controlo das vias metabólicas ao nível da pós-tradução. Finalmente, os processos de armazenamento e de expressão genética nas células, bem como a sua regulação, serão caracterizados no capítulo quatro.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In this course it is intended with the first chapter, that the student be able to recognize the structure and function of the major biological macromolecules (proteins, enzymes, carbohydrates, lipids and nucleic acids). Furthermore, in chapter two it is intended that the student understands the cellular metabolism, regarding the main ATP production, degradation of complex nutrients and NAD regeneration pathways. Chapter three discusses the key processes of regulation and control of metabolic pathways at the post-translational level. Finally, the storage and gene expression processes in cells, as well as its control, will be characterized in chapter four.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas teóricas serão orientadas para a compreensão das noções básicas da unidade curricular, sendo complementadas com aulas teórico-práticas para a resolução de questões. Nas aulas teóricas a exposição da matéria será efetuada através da utilização de um sistema de projeção de diapositivos em powerpoint. Nas aulas teórico-práticas são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados. Os alunos são incentivados a participarem durante as aulas teóricas e teórico-práticas. No final das aulas teórico-práticas serão discutidas as respostas às questões propostas e aos tópicos enquadrados. Todo o material de estudo é disponibilizado através da plataforma moodle. Os alunos podem optar por uma das seguintes metodologias de avaliação: (i) avaliação contínua ou (ii) avaliação por exame final. A avaliação contínua será efetuada pela execução de mini-testes escritos periódicos. A avaliação por exame final será efetuada por um exame escrito no fim do semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
Lecture (T) classes will be targeted at understanding the theoretical foundations of the course, being complemented with practical (TP) classes for resolution of questions. In lecture classes the theoretical concepts exposition will be performed by Powerpoint slides projection. In the practical classes the different chapters exercise sheets are solved. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. At the end of the practical classes it will be discussed the answers to the questions posed and framed topics. All study material is made available through the Moodle platform. Students can choose one of the following evaluation methodologies: (i) continuous evaluation or (ii) evaluation by final exam. Continuous evaluation will be accomplished by periodic written tests. The evaluation by final exam will be accomplished by a written exam at the end of the semester.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas

teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas teórico-práticas, através da resolução de questões. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, os alunos são incentivados a encontrar a solução as questões propostas nas fichas de trabalho, por si mesmos ou em grupo, orientados pelo docente. Deste modo, será promovida a discussão das questões propostas nas aulas teórico-práticas, assim como do tópico em análise, por forma a desenvolver o espírito crítico dos alunos. As fichas de trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada, correspondendo em número a cada um dos quatro capítulos enunciados nos conteúdos programáticos e, desta forma, com os objetivos de aprendizagem definidos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, further applied in the practical (TP) classes, by solving questions. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes. In the practical classes, students are encouraged to find the solution of the questions proposed in the exercise sheets, by themselves or in group, with teacher guidance. Discussion of the proposed questions will also be promoted in the practical classes, as well as the topic under review, in order to develop the students' critical analysis ability. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught, corresponding to each of the four chapters set out in the syllabus and thus with the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:
1. Azevedo, C., Biologia Celular e Molecular, 4ª ed., Lidel, edições técnicas, 2005.
2. Wilson, k. and Walker, J., Principals and techniques of Biochemistry and Molecular Biology, 6th ed., Cambridge University Press, 2005.
3. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P., Molecular Biology of the Cell, Garland Science, 4th Edition, 2002.
4. Quintas, Freire e Halpern. Bioquímica – Organização molecular da vida, Lidel, 2008.
5. Campos, L.S., Entender a Bioquímica, Escolar Editora, 1998.
6. Weil, J.H., Bioquímica Geral, Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.
7. Garret e Grisham, Biochemistry, Saunders College Publishing, 1999.
8. Boyer, R., Concepts in Biochemistry, Brooks/Cole Publishing Company, 1999.

Mapa IV - Termodinânica / Thermodynamics

3.3.1. Unidade curricular:
Termodinânica / Thermodynamics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria José Capelas de Moura, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Como objetivos principais pretende-se que os alunos: i) apreendam os princípios básicos e as leis da termodinâmica; ii) adquiram conhecimentos teóricos sobre a Termodinâmica do Equilíbrio de Fases; iii) se apercebam da sua vasta aplicabilidade e como, através de desenvolvimentos lógicos, se podem estabelecer relações entre as diversas propriedades físicas. No final do semestre, os alunos deverão estar preparados para trabalharem com os diversos sistemas de unidades na resolução de problemas, saberem consultar as tabelas de propriedades, aplicarem a 1ª Lei da Termodinâmica a sistemas fechados e a volumes de controlo (estado estacionário), adquirirem conhecimentos sobre a termodinâmica das soluções ideais e diluídas ideais e saberem aplicar a lei de Raoult e a lei de Henry, saberem aplicar a equação de Clapeyron ao equilíbrio de fases, construírem diagramas de equilíbrio de sistemas binários e aplicarem a regra da alavanca.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
As main objectives is intended that students: i) learn the basics principles and laws of thermodynamics; ii) acquire theoretical knowledge about the thermodynamics of Phase Equilibrium; iii) be aware of its wide applicability and how, through logical developments, one can establish relations between various physical properties. At the end of the semester students should be prepared to work with the different systems of units in the resolution of problems, know how to consult the tables of properties, how to apply the 1st Law of Thermodynamics for closed systems and control volumes (steady-flow process), how to acquire knowledge about thermodynamics of ideal solutions and ideally diluted solutions and how to employ Raoult's law and Henry's law, how to apply the Clapeyron equation to phases equilibrium, drawing equilibrium diagrams of binary systems and have ability to use the lever rule.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Primeira Parte - Sistemas de Composição Fixa
1. Conceitos Básicos em Termodinâmica
2. Propriedades de Substâncias Puras
3. A Primeira Lei da Termodinâmica: Sistemas Fechados
4. A Primeira Lei da Termodinâmica: Volumes de Controlo
5. A Segunda Lei da Termodinâmica
Segunda Parte - Sistemas de Composição Variável
1. Sistemas com Composição Variável
2. Soluções Ideais
3. Soluções Diluídas Ideais
4. Soluções não Ideais
5. Equilíbrio de Fases em Sistemas com um só Componente
6. Equilíbrio de Fases em Sistemas Binários

3.3.5. Syllabus:

Module One - Systems with Constant Composition
1. Basics Concepts of Thermodynamics
2. Properties of Pure Substances
3. The First Law of Thermodynamics: Close Systems
4. The First Law of Thermodynamics: Control Volumes
5. The Second Law of Thermodynamics
Module Two - Systems with Variable Composition
1. Systems of Variable Composition
2. Ideal Solutions
3. Ideally Dilute Solutions
4. Nonideal Solutions
5. One-component Phase Equilibrium
6. Multicomponent Phase Equilibrium

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

Os conteúdos programáticos de Termodinâmica fornecem aos alunos um vasto leque de conhecimentos que são essenciais para a compreensão dos conteúdos de outras unidades curriculares da licenciatura em Bioengenharia e dos seus ramos, quer teóricas, como laboratoriais. Por exemplo, em alguns dos trabalhos experimentais que os alunos têm que realizar nas unidades curriculares essencialmente laboratoriais, são fundamentais os conceitos e a prática adquirida na segunda parte do conteúdo programático, no que diz respeito ao equilíbrio entre fases distintas.

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

The syllabus of Thermodynamics provide the students with a wide range of knowledge that are essential in order to understand topics of other curricular units of the degree in Bioengineering and its branches, either theoretical or practical in the laboratory. For instance, in some of the experimental works that students have to carry out in the laboratory courses, the acquired concepts and practical experience in the second module, mainly in which concerns the phase equilibrium, are fundamental for good results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas os conteúdos programáticos são apresentados sob a forma de projeções, às quais os alunos têm acesso e, sempre que se justifique, o quadro da sala de aula. No decorrer das aulas e à medida que os conceitos, deduções e princípios são apresentados, os alunos são solicitados a participar, através de questões levantadas pelo docente ao aluno, ou vice-versa, para verificar se estão a acompanhar a matéria. Nas aulas teórico-práticas, os alunos resolvem as folhas de exercícios sobre os diversos conteúdos programáticos, havendo a preocupação em fazer-se um acompanhamento o mais personalizado possível, sobretudo para aqueles que demonstrem menor capacidade de desempenho. O aluno para passar a Termodinâmica tem de ter a nota mínima de 10 valores em exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the theoretical lectures the contents are presented in the form of projections, to which students have access, and, whenever it is necessary, the board of the classroom. During the class, and as the concept, assumptions and principles are presented, students are required to participate through questions raised by the teacher to the students, or vice versa, to check that they are monitoring the matter. In class tutorial guidance, students solve the worksheets on several matters, with a concern to make up for a more customized to those who show lower performance capability. To pass at Thermodynamic the student must have a minimum score of 10 values in final exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas de exposição dos conteúdos, havendo a preocupação de derivar as equações fundamentais de forma a perceber as suas condições de aplicabilidade. Nas aulas teórico-práticas os estudantes são estimulados a resolver os problemas após breve discussão para compreender a situação física em questão. Durante a resolução dos problemas sempre que possível é estabelecida a discussão de forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. O estudo da Termodinâmica é apresentado a um nível mais fundamental, para compreender a conservação da energia nos organismos vivos e a conversão entre as várias formas de energia, a manutenção da função celular e os processos necessários para a sustentação da vida em si. As duas principais leis da termodinâmica serão apresentadas sequencialmente, havendo o cuidado sempre que possível de explicitar o seu impacto nos sistemas biológicos. No final, os alunos deverão ser capazes de aplicar os princípios fundamentais da termodinâmica para resolver problemas em sistemas de interesse prático na área da Bioengenharia e nos seus diferentes ramos de conhecimento.

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

The teaching methodology used allows the student to acquire a solid foundation in the theoretical classes for description of contents, with the concern of deriving the fundamental equations in order to understand their applicability conditions. In
theoretical practices classes the students are encouraged to solve problems after a brief discussion to understand the physical situation. During the resolution of problems whenever possible the discussion is established in order to improve self-analysis and critical abilities of the students. The study of Thermodynamics is introduced to a more fundamental level, to understand the conservation of energy in living organisms and the interconversion of energy, the maintenance of cellular function and the processes necessary to sustain life itself. The two main laws of Thermodynamics will be presented sequentially, with care to explain their impact on biological systems whenever possible. At the end, students should be able to apply the fundamental principles of thermodynamics to solve problems with systems of practical interest in the area of Bioengineering and their different branches of knowledge.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Çengel, Y.A., Boles, M.A., "Thermodynamics: An Engineering Approach", 8th Ed., McGraw-Hill Education, 2014.
2. Lobo, L.Q., Ferreira, A.G.M., "Termodinâmica e Propriedades Físicas", Vol.1, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2006.
3. Moran, M.J., Shapiro, H.N., Boettner, D.D., Bailey, M.B., "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", 8th Ed., Wiley, 2014.
4. Claus, B., Sonntag, R.E., Van Wylen, G.J., " Fundamentals of Engineering Thermodynamics", 7th Ed., Wiley, 2008.
5. Haynie, D.T., "Biological Thermodynamics", 2nd Ed., Cambridge University Press, 2008.
6. Levine, I.N., "Physical Chemistry", 6th Ed., McGraw-Hill Education, 2008.
7. Atkins, P.W., De Paula, J., "Physical Chemistry: Thermodynamics, Structure, and Change", 10th Ed., W. H. Freeman, 2014.
8. Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott, M.M., "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 7th Ed., McGraw Hill Higher Education, 2005.

Mapa IV - Ciências dos Materiais em Bioengenharia / Materials Science in Bioengineering

3.3.1. Unidade curricular:

Ciências dos Materiais em Bioengenharia / Materials Science in Bioengineering

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

Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques, T: 15 horas; PL: 15 horas

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

Maria José Capelas de Moura, TP: 15 horas; PL: 15 horas

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

Com esta unidade curricular (UC) pretende-se proporcionar aos alunos conceitos da estrutura, propriedades e aplicações dos materiais plásticos, cerâmicos, compósitos, metais e ligas. Os alunos devem criar competências: i) A nível instrumental: competência de análise e síntese, para organização e gestão de informação com vista à planificação, no âmbito da especificação e escolha dos materiais mais adequados para dada aplicação. ii) A nível pessoal: competência em raciocínio crítico e capacidade de comunicar. iii) A nível sistémico: competência acrescida de aprendizagem autónoma a partir de um dado conjunto de conhecimentos; adaptabilidade a novas situações e capacidade para nelas aplicar os conhecimentos teóricos obtidos. A UC faz a introdução e avaliação crítica de aspetos relevantes dos Biomateriais, dando especial atenção à sua utilização em aplicações nas áreas farmacêutica e médica. Estas questões estão centradas nas relações mútuas estrutura-propriedade-aplicação dos biomateriais.

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

With this curricular unit is intended to provide students with concepts about the structure, properties and applications of plastics, ceramics and composites materials, metals and alloys. The students should be able to: i) At instrumental level: carry out analysis and synthesis in the organization and management of information necessary for planning, in the context of specification and choice of the most suitable materials for a given application. ii)At personal level: be competent in critical thinking and having the ability to communicate. iii) At systemic level: be competent for autonomous learning starting from a given set of knowledge; adaptability to new situations, along with the ability to apply theoretical knowledge obtained. The CU introduces and critically analyses relevant aspects of Biomaterials, with particular attention to their use in pharmaceutical and medical applications. These issues are focused on the mutual relations structure-property-application of biomaterials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais e aos Biomateriais: Tipos de materiais. Tendência futuras. Perspetiva histórica do desenvolvimento dos biomateriais e das suas aplicações.
Propriedades mecânicas dos materiais metálicos: Tensão e deformação. Ensaios de tração. Dureza. Fratura. Fadiga.
Materiais Poliméricos: Termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros.
Polimerização. Propriedades térmicas e mecânicas. Fratura. Difusão e permeabilidade.
Materiais Compósitos: Fibras para reforço de materiais plásticos. Plásticos reforçados por fibras.
Materiais Cerâmicos: Estruturas cristalinas e silicatos.
Biomateriais para aplicações em vários tipos de tecidos (duros e moles). Propriedades físicas, químicas, térmicas e mecânicas de diferentes biomateriais. Materiais biodegradáveis. Hidrogéis. Sistemas de libertação controlada de fármacos.

3.3.5. Syllabus:

Introduction to Materials Science and Engineering and to the Biomaterials: Types of material. Future trends. Historical perspective on the development and application of biomaterials.
Mechanical properties of metallic materials: Stress and strain. Tension tests. Hardness. Fracture Fatigue.
Polymeric Materials: Thermoplastics, thermosets and elastomers. Polymerization. Thermal and mechanical properties. Fracture. Diffusion and permeability.
Composite Materials: Fibers for reinforcing plastics. Fiber reinforced plastics.
Ceramic Materials: Crystal structures and silicates.
Biomedical devices for implantation in soft and hard tissues. Physical, chemical, thermal and mechanical properties of the different biomaterials. Biodegradable materials. Hydrogels. Systems for controlled drug release.

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

Os conteúdos da UC pretendem cobrir conceitos fundamentais da ciência dos materiais necessários ao licenciado em Bioengenharia. Primeiro, introduzem-se conceitos básicos, seguindo-se uma componente de caracterização dos materiais (mecânica, física, estrutural). Os capítulos de materiais poliméricos e compósitos, a par da introdução a técnicas de caracterização (física, estrutural, mecânica e térmica), dão uma compreensão melhorada do papel destes materiais na sociedade atual com vista à escolha do material mais adequado a uma dada utilização: medicina, embalagem de alimentos, etc. O estudo das estruturas cristalinas e da geometria dos cristais são o suporte para a compreensão da estrutura e propriedades mecânicas dos cerâmicos. Esta UC pretende, ainda, proporcionar ao aluno um contacto inicial com os biomateriais, começando-se por introduzir conceitos base da estrutura e propriedades, necessários para a compreensão da sua área de aplicabilidade e da sua interação com sistemas biológicos.

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

This CU is designed to cover essential topics on materials science that are necessary to a graduate in Bioengineering. The first part gives the basic assignments followed by materials characterization (mechanical, physical and structural). The chapters of polymeric materials and composites along with the introduction to various techniques of characterization (physical, structural, mechanical and thermal) provide an understanding of the role of these materials in modern society with the choice of a specific material with the properties required for a given use: medicine, food packing, etc. The study of the geometry and crystalline structure is the support for the understanding of structure and mechanical properties of the ceramics. Furthermore, the CU aims at providing the student with initial contact with biomaterials, starting with basic concepts on their structure and properties, necessary in understanding its applications and interaction with biological systems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas T têm como objetivo a apresentação e desenvolvimento das matérias que constituem o conteúdo programático. São aulas expositivas com recurso ao diálogo com os alunos. Nas aulas TP são apresentados problemas que visam consolidar os temas das aulas T, ajudando-se os alunos a resolvê-los por si mesmos. São ainda propostos pequenos trabalhos de aplicação de diferentes classes dos materiais estudados, para serem

desenvolvidos e apresentados oralmente pelos alunos. A execução de trabalhos práticos laboratoriais incidirá no uso de técnicas para a determinação de propriedades mecânicas dos materiais e para a preparação de materiais poliméricos, de modo a complementar os objetivos de aprendizagem propostos. A avaliação inclui uma componente contínua, constituída pela discussão das apresentações dos trabalhos propostos e dos trabalhos laboratoriais executados nas aulas práticas. A nota final é calculada com 40%(8 valores) para os referidos trabalhos e 60%(12 valores) para o exame teórico

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures are aimed at the presentation and development of materials that constitute the core of the CU. Lectures are following a script based on slides, frequent use of the backboard and dialogue with the students. In the problem solving classes, practical examples are presented aiming at an improved understanding of the lectures and the students are helped to solve them on their own. In these classes, some subjects concerning the application of different classes of materials are proposed to the students to be developed and presented orally. The execution of laboratory works will focus on the use of techniques for materials mechanical properties determination and for polymeric materials preparation, complementing the proposed learning outcomes. The final evaluation includes a "continuous" component which grades the oral presentations. The final grade is obtained with 40% (8 points) for the above mentioned component and 60% (12 points) for the final exam.

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

Nas aulas teóricas procede-se à apresentação dos tópicos programáticos da UC, com o recurso a uma grande diversidade de imagens, por forma a explicar os conceitos relacionados com a ciência dos materiais e das suas aplicações na Bioengenharia. As aulas teórico-práticas servem para encarar exemplos práticos, resolvendo os alunos exercícios que permitem a consolidação das matérias apreendidas nas aulas teóricas, sendo os alunos incentivados a adotar sempre uma atitude crítica em relação aos resultados obtidos e a exprimir sempre as unidades em que estão a trabalhar. Nas aulas teórico-práticas haverá ainda lugar a apresentações pelos alunos dos trabalhos sobre as diferentes classes dos materiais que lhes terão sido previamente distribuídos, havendo a oportunidade de desenvolver as suas competências em raciocínio crítico e capacidade de comunicar. Nas aulas laboratoriais será promovida a aplicação prática dos conceitos apreendidos, completando os objetivos de aprendizagem definidos.

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

In the lectures the program topics of the CU are presented, making use of a wide variety of images in order to explain the concepts related to material science and at its application in the Bioengineering. The problem-solving classes give the students an opportunity to face practical examples by solving exercises that allow them to consolidate the materials seized in the lectures; students are always encouraged to adopt a critical attitude towards results obtained and to always express the units in which they are working. In practical classes there will be place also for presentations by students about the works developed on different classes of materials, previously attributed to each of them, with the opportunity to develop their skills in critical thinking and ability to communicate. In the laboratory classes the practical application of the acquired concepts will be promoted, completing the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Callister, W.D. Jr, Materials Science and Engineering: An Introduction, John Wiley&Sons, 2003
2. Smith, W.F. (Trad. M.E. Rosa, M.A. Fortes, L. Guerra Rosa, M. Fátima Vaz), Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, McGrraw-Hill Comp., 3ª ed, Lisboa, 1998
3. Mitchell, BS, An Introduction to Materials Engineering and Science for Chemical and Materials Engineers, John Wiley&Sons, 2004
4. Young, RJ e Lovell, PA, Introduction to Polymers, Chapman& Hall, London, 2ª ed., 1992
5. Fischer, T., Materials Science for Engineering Students, Elsevier, UK, 2009
6. Park, J. e Lakes, R.S., Biomaterials–An Introduction, Springer Science, 3ª ed., 2010
7. Dee, K.C., Puelo, D.A., Bizios, R., An Introduction to Tissue – Biomaterial Interactions, John Wiley&Sons, 2002
8. Ratner, B.D., Hoffmann, A.S., Schoen, J.E., Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, Academic Press, Elsevier, 2ª ed., 2004
9. Wong, J.Y., Bronzino, J.D., Biomaterials, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007

Mapa IV - Laboratório Integrado II / Integrated Laboratory II

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório Integrado II / Integrated Laboratory II

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

Maria João da Anunciação Moreira, PL: 90 horas

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

n.a.

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

Com esta unidade curricular pretende-se que os estudantes: i) desenvolvam a capacidade de trabalhar em grupo com responsabilidade e com segurança, percebendo os riscos envolvidos nas diferentes práticas laboratoriais; ii) sejam capazes de programar experiências com vista a atingir determinado objetivo; iii) adquiram prática laboratorial em procedimentos simples como preparação de soluções, titulações, operação de equipamentos simples de separação de misturas à escala laboratorial e, ainda, para a identificação, separação e quantificação de compostos orgânicos; iv) sejam capazes de analisar e criticar os resultados experimentais obtidos; v) adquiram prática na elaboração de relatórios escritos e na sua discussão oral; vi) acompanhem, na prática, conceitos básicos lecionados em disciplinas teóricas como a Química e a Termodinâmica.

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

This course is intended to: i) develop the ability of the students to work together (teamwork) responsibly and safely, realizing the risks involved in different laboratory practices, ii) plan experiences in order to achieve certain goals; iii) acquire laboratory practice in simple procedures such as preparation of solutions, titrations, equipment operation for mixtures separation on a laboratory scale and also for identification, separation and quantification of organic compounds, iv) analyze and criticize the experimental results; v) practice in writing reports and oral discussion; vi) follow basic concepts taught in theoretical lessons like Chemistry and Thermodynamics.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Os alunos realizam 8 trabalhos experimentais:
1. Destilação simples e fracionada de uma mistura binária.
2. Traçado de um diagrama triangular
Determinação da curva de solubilidade para o sistema clorofórmio-ácido acético-água.
3. Traçado de linhas de união
Obtenção de três linhas de união no diagrama triangular para o sistema clorofórmio-ácido acético-água, obtido à pressão atmosférica e temperatura ambiente.
4. Repartição de um soluto entre dois solventes imiscíveis.
5. Determinação da viscosidade de um fluido Newtoniano
Medição da viscosidade de uma solução e estudo da variação da viscosidade com a temperatura.
6. Recristalização, filtração e ponto de fusão.
7. Cromatografia: Separação dos pigmentos do espinafre.
8. Extração: (Parte A) Extração simples e múltipla do alaranjado de metilo; (Parte B) Determinação do teor de cafeína no chá.

3.3.5. Syllabus:

The students performed 8 experiments during the laboratory classes:
1. Simple and fractional distillation of a binary mixture.
2. Plotting a triangular diagram.
Determination of solubility curve chloroform - acetic acid- water system.
3. Tie lines
Obtaining three tie lines on a triangular diagram for the chloroform - acetic acid – water system
4. Distribution of a solute between two immiscible solvents
5. Determination of the viscosity of a Newtonian fluid
Measuring the viscosity of a solution and studying the variation of viscosity with temperature.
6. Recrystallization , filtration and melting point: Purification of benzoic acid.
7. Chromatography: Separation of pigments from spinach.
8. Extraction: (Part A) Simple and multiple extraction of methyl orange, (Part B) Determination of caffeine in tea.

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

Esta unidade curricular desenvolve nos alunos, com a realização de trabalhos laboratoriais, a capacidade de recolher, selecionar e interpretar informação relevante na área da sua formação, assim como desenvolve a capacidade de análise, síntese e formulação de opiniões. Inicialmente é feita uma exposição teórica na qual os novos conceitos são introduzidos e se apresentam os métodos e procedimentos a executar. Os trabalhos experimentais selecionados permitem, também, a aplicação de conhecimentos adquiridos em unidades curriculares básicas do curso, de que são exemplo os Laboratórios Integrados I, a Química e a Termodinâmica. Desta forma, os alunos adquirem autonomia na obtenção de dados experimentais não disponíveis na literatura e, a partir da realização de relatórios dos trabalhos experimentais e da discussão dos mesmos, exercitam a prática da escrita de relatórios técnicos.

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

The syllabus develops in students the ability to collect, to select and interpret relevant information in their training

area, as well as develops the capacity for analysis, synthesis and formulation of opinions. The classes begin with a theoretical exposition in order to introduce new concepts and present the methods and procedures to be performed. The experimental work selected also allows the application of knowledge acquired in basic courses as Integrated Practices I, Chemistry and Thermodynamics. So, students become autonomous on achievement experimental data which are not available in the literature, and practice technical report writing.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular consiste em aulas laboratoriais orientadas para a realização de experiências. A avaliação é distribuída ao longo do semestre resultando da média aritmética de 9 avaliações: 8 relativas aos trabalhos laboratoriais e relatórios e 1 correspondente a uma apresentação oral. As avaliações dos trabalhos têm em consideração: desempenho/coordenação da realização experimental, qualidade dos resultados obtidos e entregues no dia da realização experimental, respostas a questões orais e escritas e apreciação do relatório e discussão do mesmo. Na avaliação da aula experimental são tidos em conta: comportamento, responsabilidade, funcionamento em equipa, utilização com aproveitamento do tempo da aula, conhecimentos teóricos adquiridos antes da realização experimental e qualidade dos resultados. Para obter aprovação na unidade curricular o estudante deverá ter cumulativamente média positiva nas 9 avaliações, não podendo ter mais do que 2 avaliações negativas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology used in this course consists on laboratory classes oriented to practical tasks conducting experiments on laboratory equipment. The evaluation is distributed by the semester resulting from the average of 9 components: 8 relating to laboratory work and reports, and 1 corresponding to an oral presentation. The laboratory evaluation takes into consideration the performance/organization of experimental realization, the quality of the results delivered at the end of the laboratory class and the answers to oral and written questions, and the report and discussion. To have success in the course the student must have a positive average on 9 ratings and may not have more than 2 negative components.

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

Nas aulas laboratoriais os alunos, distribuídos por grupos de 2 a 3 elementos, realizam os trabalhos experimentais de acordo com os protocolos disponibilizados no início do semestre. Os objetivos estabelecidos para cada grupo são conhecidos antecipadamente, pelo que os estudantes preparam a sua execução com a ajuda do docente responsável pela unidade curricular, distribuindo as tarefas e pesquisando/estudando os conceitos teóricos e os procedimentos a usar. Os estudantes, durante as aulas laboratoriais possuem alguma autonomia para a realização dos trabalhos, com o acompanhamento e supervisão do docente, que promove a discussão dos resultados que vão sendo obtidos. Durante as aulas os alunos são avaliados segundo os parâmetros: comportamento, responsabilidade, funcionamento em equipa, cumprimento das regras do laboratório e da disciplina, utilização com aproveitamento do tempo da aula, conhecimentos teóricos adquiridos antes da realização experimental e qualidade dos resultados experimentais obtidos. Os alunos realizam parte do tratamento dos resultados na aula laboratorial e uma discussão do relatório na aula seguinte à execução de cada trabalho experimental. Antes de se proceder à discussão do relatório, os estudantes respondem individualmente a algumas questões no âmbito do trabalho realizado. Durante a discussão do relatório são avaliados parâmetros como a apresentação, estrutura, e essencialmente, o tratamento, conclusão e crítica dos resultados obtidos. No final do semestre há uma sessão para apresentações orais, onde cada grupo expõe um dos trabalhos experimentais realizados e que poderá incluir a análise de resultados experimentais de outros grupos. Após a apresentação segue-se um período de discussão que consiste num conjunto de perguntas/respostas feitas individualmente a cada elemento do grupo. Nestas sessões estão presentes docentes convidados para promover a discussão com os alunos e o debate de ideias.

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

In laboratory classes students are integrated in small groups of 2-3 elements and conduct experimental studies according to the protocols available at the beginning of the semester. The objectives established for each group are known in advance. The students prepare their implementation with the help of the teacher responsible for the course, distributing tasks and researching/studying theoretical concepts and procedures. During the laboratory classes, students have some autonomy to carry out the work, with the teacher supervision, which promotes the discussion of the experimental results. During the classes students are evaluated according to: behavior, responsibility, team functioning, compliance with the rules and discipline of the laboratory, efficient use of class time, theoretical knowledge acquired before the experimental realization and quality of experimental results. Students perform part of the treatment results in class laboratory and a discussion of the report in class following the execution of each experimental work. Before proceeding to the discussion of the report, students answer individually to some issues within the work. During the report discussion parameters such as: appearance, structure, and essentially, treatment, and completion of critical results are evaluated. At the end of the semester there is a session for oral presentations, when each group presents one of the experimental works and which may include the analysis of experimental results from other groups. The presentation is followed by a discussion period which consists of a set of questions to each group member. At these sessions there are guest teachers to promote discussion with students and brainstorming.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott, M.M., "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 7th Ed., McGraw Hill Higher Education, 2005
2. Azevedo, E. G., Termodinâmica Aplicada. 2ª ed., Escolar Editora. Lisboa, 2010
3. Halpern, A., McBane, G., Experimental Physical Chemistry: A Laboratory Textbook, 3ª ed, W. H. Freeman, 2006
4. Simões, J.A.M., e outros. Guia do Laboratório de Química e Bioquímica, 2ª ed revista e aumentada. Lidel, edições técnicas Lda. Lisboa, 2008
5. Vidal, M.M., Filipe, O. e Costa, M.C., Química no Laboratório. 2ª ed, 100luz., 2010
6. Afonso, C.A.M., Simão, D.P., Ferreira, L.P., Serra, M.E.S., Raposo, M.M.M., 100 Experiências de Química Orgânica, 1ª ed., IST Press, Lisboa, 2011
7. Harwood, L.M., Moody, C.J., Percy, J.M., Experimental Organic Chemistry, 2nd, ed., Blackwell Science, Oxford, 1999
8. Landgrebe, J.A., Theory and practice in the organic laboratory: with microscale and standard scale experiments, Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company, 1993

Mapa IV - Fenómenos de Transporte I / Transport Phenomena I

3.3.1. Unidade curricular:
Fenómenos de Transporte I / Transport Phenomena I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se dotar os alunos com os conhecimentos fundamentais da mecânica dos fluidos e aplicá-los a sistemas biológicos naturais ou manipulados. Os objetivos a atingir pelos alunos que frequentam esta unidade curricular passam pela: i) compreensão dos princípios básicos fundamentais da Mecânica dos Fluidos, tais como, viscosidade, pressão, princípio da conservação de massa, princípio da conservação de energia, dissipação viscosa e camada limite; ii) aplicação dos princípios básicos para derivar equações que governam o comportamento dos fluidos em movimento, nomeadamente a equação de Bernoulli; iii) compreensão do escoamento de fluidos através de tubagens e distinção entre os regimes laminar e turbulento; iv) cálculo de perdas de carga numa tubagem e acidentes associados, para fluidos incompressíveis e v) seleção de bombas.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The purpose of this course is to provide students with the fundamental knowledge of fluid mechanics and apply them to natural or engineered biological systems. The objectives to be achieved by students attending this course are: i) Understand the basic principles of fluid mechanics like viscosity, pressure, continuity equation, principle of conservation of energy, viscous dissipation and boundary layer; ii) Ability to apply fundamental principles to derive governing equations in fluid flow, namely Bernoulli equation; ii) Understand the flow of fluids through pipes and distinction between laminar and turbulent regimes; iv) Calculation of head losses in pipes and accidents for incompressible fluids; v) Selection of pumps.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução à mecânica dos fluidos
O que é um fluido? A viscosidade. Fluidos não-Newtonianos. A tensão superficial.
2. Estática dos fluidos
Variação da pressão no seio de um fluido. Medição da pressão: tubo piezométrico, manómetro de tubo em U e de tubo inclinado. O barómetro. A impulsão.
3. Princípios básicos do movimento dos fluidos
Variação dos parâmetros do escoamento no tempo e no espaço. Descrição do padrão de escoamento. Equação da "continuidade". Dedução da equação de Bernoulli. Aplicações simples da equação de Bernoulli.
4. Escoamento em tubos
Escoamento laminar e turbulento. A região de entrada. Escoamento laminar em tubos.
Escoamento turbulento em tubos. Cálculo de quedas de pressão em tubos e acessórios. O diagrama de Moody. Sistemas de tubagens com bombas e turbinas.
5. Turbomáquinas
Bombas e turbinas. Desempenho de uma bomba. Tipos de bombas. Cavitação. Associação de bombas em série e em paralelo.

3.3.5. Syllabus:
1. Introduction to Fluid Mechanics

What is a fluid? Viscosity. Non-newtonian fluids. Surface tension.
2. Fluid Statics
Pressure at a point and pressure variation in a fluid at rest. Manometry: piezometric pipe, U pipe manometer and inclined pipe manometer. Buoyancy.
3. Fluid Dynamics
Flow patterns. The continuity equation. Bernoulli equation and examples of applications.
4. Flow in Pipes
Laminar and turbulent flow. The hydrodynamic entry length. Laminar flow in pipes.
Turbulent flow in pipes. Pressure drop and head loss in pipes and accessories. The Moody chart. Piping systems with pumps and turbines.
5. Turbomachines
Classification and terminology. Pump performance curves. Pump cavitation and net positive suction head. Pump association in series and parallel.

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

Os conteúdos permitem aos estudantes a aquisição de conhecimentos sólidos das bases da mecânica dos fluidos necessários para as unidades curriculares seguintes no plano curricular da licenciatura. Após a compreensão do que é um fluido e do conceito de viscosidade, são introduzidos os fundamentos para a compreensão da mecânica dos fluidos. Para isso, dá-se início ao estudo dos fluidos em repouso passando depois ao escoamento de fluidos ideais com a introdução da equação de Bernoulli. Só depois de bem compreendidas as conversões entre as várias formas de energia mecânica, é que se passa à noção de dissipação (viscosa) de energia que ocorre nos fluidos reais, para depois aprender a quantificar as perdas de carga quer em tubos, quer em acessórios. A noção de desempenho de uma bomba traduzida nas curvas características permite posteriormente a seleção de uma bomba adequada para realizar a tarefa pretendida sendo estudadas as condições para evitar a ocorrência de cavitação.

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

The syllabus allows students to acquire solid knowledge of fluid mechanics foundations required for the followed courses in the undergraduate curriculum. After understanding the concepts of fluid and viscosity, the fundamentals of fluid mechanics are introduced. For this, the study is initiated with the fluids at rest and then with the ideal fluid flow introducing the Bernoulli equation. Only when the conversions between various forms of mechanical energy and its applications are well understood the study continues with the notion of (viscous) dissipation energy that occurs in real fluids. Then the students learn to quantify the losses either in tubes or in piping accessories. The concept of pump performance curves allows the selection of a suitable pump to perform the desired task and the conditions to prevent the occurrence of cavitation are also studied.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição dos conteúdos recorrendo sempre que possível à apresentação de exemplos num contexto das várias vertentes da Bioengenharia e aulas teórico-práticas onde são resolvidos problemas de aplicação. Nas aulas teórico-práticas, após uma discussão genérica sobre os problemas, os alunos são incentivados a prosseguir com as suas resoluções, sendo no final feita uma discussão dos resultados obtidos. Antecipadamente são disponibilizadas as folhas com os problemas propostos a resolver nas aulas teórico-práticas. A avaliação é feita por exame final constituído por uma prova escrita individual.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes exposing the contents of the curricular unit using wherever possible the presentation of examples within a Bioengineering context in all its branches and theoretical practices classes for solving problems of application. In theoretical practices classes, after a general discussion about the problems, students are encouraged to continue with its resolutions and at the end a discussion of the results is made. The problems proposed to solve in the theoretical practices classes are available to the students in advance. The evaluation is done by a final exam and consists of a written exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas de exposição dos conteúdos, havendo a preocupação de derivar as equações fundamentais de forma a perceber as suas condições de aplicabilidade. Nas aulas teórico-práticas os estudantes são estimulados a resolver os problemas após breve discussão para compreender a situação física em questão. Durante a resolução dos problemas sempre que possível é estabelecida a discussão de forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. As equações bem conhecidas do escoamento de fluidos são estendidas aos escoamentos em processos biológicos e médicos, como escoamentos pulsados e bombagem cardíaca. Os problemas propostos são orientados para a compreensão do escoamento de fluidos partindo de sistemas mais simples até sistemas mais complexos que incluem bombas ou turbinas. A construção da curva para um dado sistema e comparação com as curvas características de bombas permite aos estudantes selecionar a melhor opção para o sistema de bombagem e identificar as condições de operação. Durante a resolução destes problemas é discutida a influência de algumas

alterações da configuração do sistema nas condições de operação. Com a metodologia usada privilegia-se a qualidade de resolução dos problemas durante as aulas em detrimento da quantidade de problemas resolvidos. Os estudantes são incentivados a resolver outros problemas existentes nas folhas de problemas disponibilizadas.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodology used allows the student to acquire a solid foundation in the theoretical classes for description of contents, with the concern of deriving the fundamental equations in order to understand their applicability conditions. In theoretical practices classes the students are encouraged to solve problems after a brief discussion to understand the physical situation. During the resolution of problems whenever possible the discussion is established in order to improve self-analysis and critical abilities of the students. The well known fluid flow equations are extended for biological and medical flow processes as pulsating flows and cardiac pumping. The proposed problems are oriented to understanding fluid flow systems, starting from simple to more complex systems that include pumps or turbines. The construction of the curve for a given system and comparison with the pump characteristic curves allows students to select the best option for the pumping system and identify the operating conditions. During the resolution of these issues a discussion of the influence of some configuration changes in the system on the operating conditions is promoted. With the methodology used the focus is the quality of problem solving during classes over the quantity of solved problems. Students are encouraged to solve other problems among the problems available for resolution.

3.3.9. Bibliografia principal:
1. Munson, B.R., Young, D.F., Okiishi, T.H., Fundamentals of Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, 5ª edição, 2006.
2. Çengel, Y.A., Cimbala, J.M., Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, McGraw-Hill Companies, Inc., 2006.
3. Massey, B.S., Mecânica dos Fluidos, Fundação Calouste Gulbenkian, 2002 (tradução de J. R. Guedes de Carvalho do original inglês intitulado Mechanics of Fluids, 6ª edição).
4. Crowe, C.T., Elger, D.F., Roberson, J.A., Engineering Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, 8ª edição, 2005.
5. Rubenstein, D., Yin, W., Frame, M.D., Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Macrocirculation, and Microcirculation, Academic Press, 1ª edição, 2012.
6. Johnson, M., Ethier, C.R., Problems for Biomedical Fluid Mechanics and Transport Phenomena, Cambridge University Press, 2014.

Mapa IV - Métodos Numéricos e Estatísticos / Numerical and Statistical Methods

3.3.1. Unidade curricular:
Métodos Numéricos e Estatísticos / Numerical and Statistical Methods

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Pascoal Martins da Silva, T: 7,5 horas; TP: 7,5 horas; PL: 15 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Belmiro Pereira Mota Duarte, T: 7,5 horas; TP: 7,5 horas; PL: 15 horas

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta Unidade Curricular (UC) pretende transmitir os conceitos e métodos fundamentais de Estatística para o desenvolvimento de competências de análise de dados na área da Bioengenharia. Com a conclusão desta UC, o aluno deve ser capaz de aplicar conhecimentos fundamentais de estatística: estatística descritiva, distribuições de probabilidade, intervalos de confiança, testes de hipóteses, correlação e regressão linear simples. Também são apresentados métodos numéricos, como ferramentas de apoio à resolução de problemas de engenharia. Será usado software de estatística e de programação de métodos numéricos (MS Excel, SPSS, R, Matlab, etc.). No final, os alunos devem estar aptos a usar estas ferramentas computacionais e a interpretar os resultados obtidos. Pretende-se ainda desenvolver capacidades de análise e resolução de problemas, aplicando os conhecimentos adquiridos, assim como desenvolver a autonomia para aprendizagem ao longo da vida e trabalho em equipa.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This curricular unit intends to introduce students to basic statistical concepts and methods in order to perform data analysis on Bioengineering problems. At the completion of the curricular unit, students should be able to: demonstrate basic knowledge of statistics (descriptive statistics, probability distributions, confidence intervals, hypothesis tests, correlation and simple linear regression). It also intends to introduce the numerical methods as tools to solve engineering problems. Computer software packages such as MS Excel, SPSS, R and MATLAB are used throughout the curricular unit. The student should be able to show basic knowledge of the computational used packages and to interpret computer outputs. In general, the ability to analyze and solve problems through the application of acquired knowledge is developed. It is also intended to develop lifelong learning and team working abilities.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estatística descritiva e Estatística inferencial: população e amostra; escalas; variáveis qualitativas e quantitativas. Estatística descritiva univariada: organização de dados, distribuição de frequências; medidas de localização, dispersão, assimetria e curtose. Estatística descritiva bivariada: correlação e coeficientes; tabelas de contingência; regressão linear. Distribuições de probabilidade: distribuição binomial e normal; distribuições de amostragem; teorema do Limite Central. Estatística inferencial: fundamentos de estimação pontual e intervalar; intervalos de confiança.

Erros e desenvolvimento em Série de Taylor: erro, incerteza e algarismos significativos; desenvolvimentos em Séries de Taylor; propagação de erros em cálculos. Equações não lineares: método do ponto fixo, das bisseções sucessivas e de Newton. Sistemas de equações não lineares: método de Newton. Derivação e Integração Numérica: fórmulas de derivação e regras de integração simples e compostas.

3.3.5. Syllabus:

Descriptive Statistics and Statistical Inference: population and sample; measurement levels; qualitative and quantitative variables. Univariate descriptive statistics: displaying and summarizing data; frequencies distribution; measures of central tendency, variability, symmetry and kurtosis. Bivariate descriptive statistics: correlation (coefficients); contingency tables; linear regression. Probability distributions: binomial and normal distribution; sampling distributions and the Central Limit Theorem. Statistical Inference: basics of point and intervalar estimations; confidence intervals.

Errors and Taylor series: error, uncertainty and significant digits; Taylor series; propagation of errors in calculations. Nonlinear equations: fixed point, bisection and Newton methods. Systems of nonlinear equations: Newton's method. Numerical Differentiation and Integration: derivation formulas and integration rules.

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

Os conteúdos programáticos estão diretamente relacionados com os conceitos e métodos que se pretendem que o aluno adquira. Permitem também trabalhar com ferramentas computacionais de apoio, através das quais os alunos deverão desenvolver competências. Estes conteúdos permitem, através da sua aplicação a problemas da área da Bioengenharia, desenvolver as capacidades analíticas e o raciocínio crítico dos alunos, conduzindo à aplicação dos conhecimentos adquiridos na resolução futura de problemas.

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

The syllabus topics are directly related to the concepts and methods that the students are expected to acquire. The topics are proper to practices on computational tools, in order to develop skills. The students are expected to develop analytic skills and critical reasoning by working on engineering applications of the syllabus' topics. It leads to the application of acquired knowledge in solving future problems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas apresentam-se os conceitos e procedimentos usando o método expositivo, com apoio de imagens projetadas e ilustração com exemplos. Nas aulas práticas, os alunos resolvem problemas de aplicação dos conceitos, de preferência com casos práticos de Bioengenharia, usando o software referido no ponto 3.3.4. Estas aulas são lecionadas em sala de computadores. Existe assim uma componente laboratorial em que é realizado um teste em computador ou um trabalho prático, com um certo peso na nota final.

Avaliação contínua: dois testes a realizar ao longo do semestre, para complementar a nota obtida no trabalho prático. Será atribuída a nota correspondente ao arredondamento da média aritmética dos dois testes.

Avaliação por exame: exame época normal e exame época de recurso.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

During lectures the topics are introduced, supported by images to help concept understanding and to show examples. In the laboratory classes, the students solve practical problems of Bioengineering in a PC using the software mentioned above in 3.3.4. There is a laboratorial component in this course unity where a test is made in the computer or a team work or project, having a certain weight in the final score.

Continuous Assessment: two tests during the semester as a complement of the team work. It will be assigned the mark corresponding to the rounding arithmetic average of the two tests.

Assessment by final examination: There are two final examination terms.

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

Os métodos estatísticos e numéricos são introduzidos através de exemplos de problemas de Bioengenharia. O uso de software de estatística e de cálculo permite aumentar competências informáticas específicas. O ensino das aulas práticas baseia-se no trabalho dos alunos, na análise de problemas e na tentativa de resolução, quer individualmente quer em grupo. Desta forma desenvolvem-se as competências de auto-organização para aprendizagem ao longo da vida e competências de trabalho em grupo. Aplicando os conhecimentos teóricos na resolução de problemas, treina-se a análise de novos problemas.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The statistical and numerical methods are presented with examples of engineering problems. The use of computational software allows the development of specific skills. The learning process is based on the students' work in analyzing problems and solution attempts, either individually or in groups. This activity develops skills such as autonomy and organization for lifelong learning and team work abilities. Applying theoretical knowledge in solving problems, it trains the analysis of new problems.

3.3.9. Bibliografia principal:
1. Guimarães, R.C. e Cabral J., Estatística, 2.ª edição, Mc Graw Hill, 2009.
2. Montgomery, D.C. e Runger, G.C., Applied Statistics and Probability for Engineers, 3rd Edition, Wiley, 2003.
3. Pedrosa, A. e Gama, S., Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística, Porto Editora, 2004.
4. Robalo, A., Estatística – Exercícios, Vol I e II, Edições Sílabo, 1991.
5. http: // www alea-estp.ine.pt Dossiers Didácticos: IV Estatística com o Excel. Uma aplicação das noções.
6. Santos, F. C., Fundamentos de Análise Numérica, Edições Sílabo, Lisboa, 2002.
7. Kharab, R,B.G., An Introduction to Numerical Methods- A Matlab Approach, Chapman&Hall, 2002.
8. Constantinides, A., Mostoufi, N., "Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications", Prentice Hall, 1999.

Mapa IV - Instrumentação / Instrumentation

3.3.1. Unidade curricular:
Instrumentação / Instrumentation

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Laura Maria Teixeira Santos, T: 15 horas; TP: 15 horas; PL: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Sensibilizar para a Metrologia. Conhecer a instrumentação industrial para medição de temperatura, caudal, nível, pressão, viscosidade, densidade e humidade de um gás. Reconhecer como uma interação bioespecífica pode ser usada no desenvolvimento de biosensores. Descrever e avaliar de forma crítica a aplicação de um determinado biosensor. Capacidade de utilizar adequadamente os conhecimentos na área de instrumentação e controlo, de modo a selecionar e integrar esses conhecimentos perante um problema de medição real de controlo de variáveis, associado à operação dos processos biológicos. Capacidade de programar dentro da plataforma gráfica LabView para produzir um instrumento virtual de aquisição de dados. Capacidade de raciocinar perante uma malha de controlo fechada ou aberta, e tomar as devidas ações para melhorar a qualidade e estabilidade do controlo. Capacidade para identificar a instrumentação e as malhas de controlo num processo industrial a partir de um esquema em P&ID.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Raise awareness on the importance of metrology. Know the industrial instrumentation associated with the measurement of temperature, flow, level, pressure, viscosity, density and humidity of a gas. Recognize how a biospecific interaction can be used in the development of biosensors. Describe and critically evaluate the application of a particular biosensor. Ability to use the knowledge in the field of instrumentation and control, in order to select and integrate this knowledge in a real problem measurement of control variables associated with the operation of biological processes. Ability to program in the LabVIEW graphical platform and build a virtual instrument for data acquisition. Ability to think about systems in open loop and closed loop feedback control and take appropriate actions to improve the control's quality and stability. Ability to identify the instrumentation and control loops from an industrial plant in a P&ID diagram.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução
Motivação. Introdução à Metrologia. Metrologia Científica, Metrologia Industrial e Metrologia Legal. Vocabulário internacional de metrologia. A norma NP EN ISO 10012. Requisitos para processos de medição e equipamento de medição. Definições. Classificação de instrumentos. Diagramas P&ID.
2.Sensores e Transdutores
Generalidades. Padrões de medida. Medição de Temperatura. Medição de Viscosidade. Medição de Pressão. Medição de Caudal. Medição de Nível. Medição de Humidade. Medição de Massa Volúmica.
3. Controladores
Classificação. Controlador sem energia auxiliar. Controlador elétrico, hidráulico e pneumático. Controlo em malha

aberta e malha fechada.
4. Elemento final de controlo
Classificação. Válvula de controlo. Tipos de válvulas.
5. Biosensores
Sensores e biosensores. Composição. Classificação. Aplicação.
6. LabView
Navegar no LabView. Detetar e corrigir erros de programação. Implementação de um VI. Criação de um VI para aquisição de dados em tempo real.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction
Motivation. Introduction to Metrology. Scientific Metrology, Industrial Metrology and Legal Metrology. International vocabulary of metrology. The NP EN ISO 10012. Requirements for measurement processes and measuring equipment. Definitions. Instrument classification. P&ID diagrams.
2.Sensors and Transducers
Generalities. Measurement standards. Temperature measurement. Viscosity measurement. Pressure measurement. Flow measurement. Level measurement. Humidity measurement. Density measurement.
3. Controllers
Classification of controllers. Controller without auxiliary power. Electrical, Hydraulic and Pneumatic controller. Open loop and closed loop feedback control.
4. Final control element
Classification. Pneumatic control valve. Types of valves.
5. Biosensors
Sensors and biosensors. Composition of biosensors. Classification of biosensors. Application of biosensors.
6. LabView

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

O controlo de processos em engenharia é vital para automatizar as operações e monitorizar os processos tecnicamente complexos que englobam diversas operações unitárias na transformação da matéria-prima em produtos. Com o conhecimento da instrumentação e da filosofia dos modos de controlo é possível monitorizar e influenciar os processos industriais. Em engenharia, quando se pretende controlar um processo para permanecer em condições de segurança e produzir quantidades desejadas de um produto de alta qualidade e rentável, tem de se utilizar dispositivos de medição, de atuação e de controlo. Esta unidade curricular oferece material educativo sobre os sensores, válvulas de controlo e modos de controlo, bem como a avaliação dos prováveis erros associados à sua utilização e à seleção do mais adequado para cada aplicação. A instrumentação específica para a medição de uma dada grandeza é apresentada depois de se ter mostrado a importância da metrologia no Sistema de Gestão da Qualidade.

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

The process control in engineering is vital to automate operations and monitor complex technical processes with different unit operations in processing raw materials to final products. With knowledge of the instrumentation and the philosophy of control modes, it is possible to monitor and influence as intended industrial processes. In engineering, when a process must be controlled to remain safe and produce desired amounts of a product of high quality and cost effective, devices for measuring, actuation and control must be used. This course provides educational material on the sensors, control valves and control modes, as well as the assessment of possible errors associated with their use and selection of the most appropriate for each application. Specific instrumentation to measure a given physical quantity is presented after to demonstrate the importance of metrology in the Quality Management System.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas expositivas de apresentação das bases formais da unidade curricular, acompanhadas de aulas teórico-práticas para mostra de instrumentos de controlo reais e resolução de exercícios, e aulas práticas para a realização de trabalhos laboratoriais. O aluno tem de optar por um de dois métodos de avaliação: avaliação distribuída ou avaliação por um único exame. A avaliação distribuída envolve duas componentes: i) avaliação dos conceitos teóricos lecionados (avaliados por 2 mini-testes na matéria de instrumentação, A (25%), e por uma 3ª prova sobre a matéria de controlo, B (45%)); ii) avaliação da componente prática por fichas realizadas em grupo nas aulas teórico-práticas e nas aulas práticas, C (20%) e por um trabalho de pesquisa de seleção de um instrumento ou de elaboração de um VI em LabView, com apresentação oral, D (10%). A classificação final é obtida pela soma das contribuições das várias componentes depois de passadas para uma escala de 0 a 20 (0,25xA+0,45xB+0,20xC+0,10xD).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures for presentation of the formal bases of the course unit, accompanied by show sessions of real instruments and problems solving classes, and practical classes involving laboratory work. The student has to

choose one of two assessment methodologies: the distributed evaluation or assessment by a single exam. Distributed evaluation involves two components: i) evaluation of theoretical concepts (evaluated by 2 mini exams about instrumentation, A (25%), and a 3rd exam about control, B (45%)), ii) lab exercises made in group in practical classes, C (20 %) and by a research work on the selection of an instrument or on LabView to develop a VI, with oral presentation, D (10%). The final classification is obtained by adding the contributions of the various components in a scale of 0 to 20 (0.25xA+0.45xB+0.20xC+0.10xD).

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

A metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica, possibilita atingir especificamente todos os objetivos da unidade curricular. Na apresentação dos conteúdos teóricos da unidade curricular tem-se especial atenção em dar exemplos da aplicação dos instrumentos de controlo em ambiente industrial, acompanhando as aulas com a exibição de equipamentos reais. Nas aulas teórico-práticas e práticas realizam-se trabalhos laboratoriais utilizando alguns dos instrumentos de controlo estudados tendo a preocupação para a sua correta utilização e para o uso de algarismos significativos e cálculo da propagação de erros, quando se apresenta o resultado da medição. O trabalho de pesquisa para selecionar um instrumento de controlo, fornece ao aluno o treino necessário para dentro de uma vasta informação saber selecionar o mais adequado. A elaboração de um programa em LabView para aquisição em tempo real de uma variável permite realçar a importância da monitorização de variáveis e conversão do sinal analógico em digital para a sua apresentação em vários ambientes. A metodologia de trabalho por parte do aluno na resolução de fichas de execução laboratorial durante as aulas teórico-práticas conduz a uma consolidação dos conhecimentos e permite desenvolver no aluno a capacidade de raciocínio para compreender o modo de funcionamento e utilização de diferentes equipamentos de medida e reconhecer a instrumentação necessária para o funcionamento de uma malha de controlo. Assim, a conjugação de aulas teóricas e aulas em ambiente laboratorial afigura-se adequada aos objetivos. Os métodos de avaliação usados permitem averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.

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

The expository methodology used to present the theory allows achieving all the objectives of the course unit. Presenting the theoretical content of the course unit special attention is given to report application examples of control devices in industrial environments with the exhibition of real equipment. In practical classes, laboratory work using some of the instruments of control studied are implemented with the purpose of its correct usage and apply the concepts of significant figures and error propagation in presenting the measurement result. The research work to be developed by the students for a control instrument selection provides the necessary training to select the most appropriate within the vast information available. The development of a program in LabView for real-time acquisition of a variable emphasizes the importance of monitoring variables and converting the analog signal into digital for presentation in different environments. The methodology used where the students report the activities during laboratory practical classes allows a consolidation of knowledge and contributes to develop thinking ability to understand the mode of operation and use of different measuring equipment and recognize the instrumentation required for operation of a control loop. Thus, the combination of theoretical and practical classes in the laboratory should be appropriate to the objectives proposed for the curricular unit.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Considine, D. M., Process instruments and controls handbook, 4ªed., McGraw-Hill, New York, 1993.
2. Coulson, J. M., Richardson, J. F., Tecnologia química, vol 1, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1983.
3. Dunn, W. C., Fundamentals of industrial and process control, McGraw-Hill, New York, 2005.
4. Eggins, B. R., Chemical sensors and biosensors, John Wiley & Sons, New York, 2002.
5. Fraden, J., Handbook of Modern Sensors –Physics, Designs and Applications, 4ªed., Springer, New York, 2010.
6. Johnson, C. D., Process control instrumentation technology, Prentice Hall, New York, 2006.
8. Lipták, B. G., Instrument engineering.'s handbook – Process measurement and analysis, 4ªed., CRC Press. B.2, 2009.
9. Santos, L. T., Sebenta de Instrumentação e Controlo, Coimbra, 2015.
10. Solé, A. C., Instrumentacion industrial, 7ªed., Marcombo, Barcelona, 2005.
11. NP EN ISO 10012:2005 - Sistemas de gestão da medição. Requisitos para processos de medição e equipamento de medição.

Mapa IV - Microbiologia / Microbiology

3.3.1. Unidade curricular:

Microbiologia / Microbiology

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

Ana Cristina Araújo Veloso, T: 15 horas; PL: 45 horas

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

n.a.

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

A unidade curricular tem como principal objetivo introduzir os alunos, de uma forma integrada, nos fundamentos da Microbiologia. Pretende-se assim que os alunos adquiram os seguintes conhecimentos e competências: i) identifiquem e caracterizem os principais grupos de microrganismos; ii) conheçam as exigências nutricionais e diversidade metabólica dos microrganismos; iii) interpretem a cinética de crescimento microbiano e os fatores que influenciam o seu crescimento; iv) conheçam a importância dos microrganismos no meio ambiente e as suas aplicações com relevância ambiental, industrial e médica.

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

This course aims to introduce students, in an integrated manner in the grounds of Microbiology. The aim is to students to acquire the following knowledge and skills: i) identify and characterize the main groups of microorganisms; ii) know the nutritional requirements and metabolic diversity of microorganisms; iii) interpret the microbial growth kinetics and the factors that influence their growth; iv) know the microorganisms' importance in the environment and their applications with environmental, industrial and medical relevance.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

TEÓRICA:

1. As grandes áreas da Microbiologia. Características gerais dos microrganismos que promovem o seu estudo/utilização/controlo: diversidade de microrganismos (procariotas, eucariotas, vírus).

2. Nutrição e crescimento microbiano. Exigências nutricionais e diversidade metabólica dos microrganismos. Crescimento microbiano. Efeito de fatores ambientais e fatores que controlam o seu desenvolvimento.

3. Microrganismos de ambientes naturais. Microbiologia dos solos. Ciclos biogeoquímicos. Microrganismos contaminantes da água e alimentos.

4. Microrganismos de interesse biotecnológico. Microbiologia dos alimentos, ambiental, industrial e médica

PRÁTICA:

Métodos de isolamento, crescimento, identificação e caracterização de microrganismos.

3.3.5. Syllabus:

THEORETICAL

1. The great areas of Microbiology. General features of microorganisms that promote their study/use/control: diversity (prokaryote, eukaryote, virus).

2. Nutrition and microbial growth. Nutritional requirements and metabolic diversity of microorganisms. Microbial growth. Effect of environmental factors and factors that control their development.

3. Microorganisms of natural environments. Soil microbiology. Biogeochemical cycles. Waterborne and food spoilage microbiology.

4. Microorganisms of biotechnological interest. Food, environmental, industrial and medical microbiology.

PRACTICAL:

Methods for the isolation, growth, identification and characterisation of microorganisms.

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

Nesta unidade curricular pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno apreenda a diversidade do mundo vivo, sendo capaz de alocar os vários microrganismos dentro da classificação taxonómica dos seres vivos. Os microrganismos, com particular incidência nos que possuem maior interesse para o ser humano, serão seguidamente caracterizados. A diversidade metabólica e de exigências nutricionais, assim como a cinética de crescimento microbiano, e fatores que a afetam, serão alvo de estudo no segundo capítulo. A importância dos microrganismos no meio ambiente, com particular incidência nos solos e água, e o seu papel no ciclo biogeoquímico serão abordados no capítulo três. Já as principais aplicações dos microrganismos com relevância ambiental, industrial e médica serão abordadas no sexto quatro. Promove-se também a realização de trabalhos laboratoriais relacionados com a identificação de culturas de microrganismos por vários métodos microbiológicos.

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

In this course it is intended, with the first chapter, that the students comprehend the diversity of the living world, and be able to allocate them within the taxonomic classification. The microorganisms, with particular emphasis with the most interest to the human being, will then be characterized. The metabolic and nutritional requirements diversity, as well as the kinetics of microbial growth and factors that affect it, will be the subject of study in chapter two. The microorganisms' importance in the environment, with particular emphasis on soil and water, and their role in the biogeochemical cycle will be addressed in chapter three. Furthermore, the main applications of the microorganisms with environmental, industrial and health relevance will be addressed in chapter four. Laboratorial assignments connected to the identification of cultures of microorganisms, using several methods of microbiology.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são expositivas sendo utilizado um sistema de projeção de diapositivos em Power Point. Nas aulas práticas laboratoriais serão aplicadas as principais técnicas usadas em microbiologia de modo a isolar, crescer e caracterizar microrganismos. Todo o material é disponibilizado através da plataforma moodle. Os alunos são incentivados a participarem com questões e comentários durante as aulas. A avaliação será distribuída com exame final e terá duas componentes: i) Nota teórica (Nt): Nt=Nota do exame final; ii) Nota prática (Np): Np=(0,3×Avaliação do desempenho laboratorial)+(0,7×Avaliação dos Relatórios). A classificação final (CF) será: CF=(0,6×Nt)+(0,4×Np). Para obter aprovação final à Unidade curricular o estudante tem que cumprir os requisitos seguintes: A nota mínima de cada componente da avaliação é 10 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lecture (T) classes are expository using a PowerPoint slides projection In practical classes the main techniques and methods used in microbiology for the isolation, growth, identification and characterisation of microorganisms will be applied. All study material is made available through the Moodle platform. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. The evaluation will be a distributed evaluation with final exam and will have two components: i) Theoretical component grade (TC): TC= Final exam; ii) Practical Component grade (PC): PC=(0.3×Laboratory performance assessment)+(0,7× Report evaluation). The Mark will be: FM=(0,6×TC)+(0,4×PC). To pass the course unit, students have to abide by the following requirements: minimum grade of 10 in all assessment components.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas práticas. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas e os alunos são incentivados a encontrar a solução a questões propostas. Deste modo, será promovida a discussão por forma a desenvolver o espírito crítico dos alunos. Nas aulas práticas será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, na área da Microbiologia, que capacitem para o exercício profissional competente.

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

The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, further applied in the practical classes. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes and the students are encouraged to find the solution of the questions proposed. In this manner, the discussion of the proposed questions will also be promoted in order to develop the students' critical analysis ability. In practical classes will be adopted a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Pelczar, Chang e Krieg. Microbiologia – conceitos e aplicações, Makron Books. 1997.
2. W.F.C. Ferreira, J.C.F. de Sousa e N. Lima, Microbiologia,1ª edição, Lidel, Lisboa, 2010.
3. Willey, Sherwood, Woolverton. Microbiology, 7th Ed., McGraw Hill, NY, 2008.
4. J.G. Black, Microbiology: Principles and Explorations, 6th edition, John Wiley & Sons, NJ, 2005.
5. M.T. Madigan and J.M. Martinko, Brock biology of microorganisms, 11th edition, Pearson Education, Inc., San Francisco, 2006.
6. Montville e Matthews. Food microbiology: an introduction, 2nd Ed., ASM Press, Washington, 2008.

Mapa IV - Laboratório Integrado III / Integrated Laboratory III

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório Integrado III / Integrated Laboratory III

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

Ana Cristina Araújo Veloso, PL: 90 horas

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

n.a.

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

O principal objetivo da unidade curricular é introduzir o estudante nas técnicas laboratoriais da Microbiologia, dando uma ênfase especial a procedimentos básicos como a preparação de meios de cultura, técnicas de esterilização e assepsia e técnicas de inoculação. Pretende-se que o aluno adquira as seguintes competências: (i) Capacidade de transferir e isolar culturas em condições de assepsia; (ii) Capacidade de realizar trabalho em grupo; (iii) Capacidade de organizar e gerir a realização de trabalho; (iv) Capacidade de reportar o trabalho realizado

(oralmente e na forma de relatório) e de discutir e analisar os resultados experimentais obtidos.

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

The main objective of the course is to introduce the student into the Microbiology laboratory techniques, with particular emphasis on basic procedures such as the preparation of culture media, sterilization and aseptic techniques and inoculation techniques. It is intended that students acquire the following competencies: (i) Ability to transfer and isolate cultures under aseptic conditions; (ii) Ability to conduct group work; (iii) Ability to organize and manage work execution; (iv) Ability to report the work (both orally and in written form) and discuss and analyze the experimental results.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O conteúdo programático consiste na realização de trabalhos experimentais em grupos de dois alunos. O trabalho experimental engloba a realização da experiência, a elaboração do relatório escrito, e a análise e discussão dos resultados.

Trabalhos Experimentais a realizar:

1. Métodos de quantificação do crescimento microbiano
2. Crescimento de microrganismos: estudo de fatores físicos (pH e temperatura) que afetam o seu crescimento
3. Curva e taxa de crescimento bacteriano. Curva de consumo de substrato
4. Avaliação da eficácia de agentes físicos e químicos no controlo de crescimento de microrganismos
5. Análise microbiológica de água
6. Análise microbiológica de produtos alimentares
7. Análise microbiológica de solos
8. Produção de vinho

3.3.5. Syllabus:

The syllabus consists of experimental work in groups of two students. The experimental work includes the execution of experiments, preparation of the written report, and analysis and discussion of experimental results.

Experimental work to be carried out:

1. Methods for quantification of microbial growth.
2. Cultivation of microorganisms: study of physical factors (pH and temperature) that affect its growth
3. Bacterial growth curve and rate. Substrate consumption curve.
4. Assessment of the efficiency of physical and chemical agents for the control of microbial growth
5. Microbiological analysis of water
6. Microbiological analysis of food products
7. Microbiological analysis of soil
8. Wine production

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

São realizadas aulas laboratoriais de modo a que os estudantes tenham contacto não só com as técnicas básicas laboratoriais de Microbiologia, mas também possam aplicar e consolidar, com a aplicação prática, os conceitos teóricos adquiridos. O conjunto de procedimentos propostos varre diferentes temas da Microbiologia, desde a aplicação das técnicas de assepsia e esterilização, inoculação e isolamento de microrganismos, observação de vários microrganismos assim como, métodos de quantificação de biomassa e monitorização do crescimento microbiano. Após a execução de cada trabalho prático, e entrega do respetivo relatório, é efetuada uma discussão oral por grupo. Com a execução experimental, a elaboração do relatório e a discussão oral, pretende-se que o aluno adquira a capacidade de trabalhar em grupo, de reportar o trabalho realizado e discutir e analisar os resultados experimentais obtidos.

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

Laboratory classes are held so that students have contact not only with the basic techniques of microbiology laboratory, but may also apply and consolidate in practice the acquired theoretical concepts. The proposed set of procedures covers different topics of Microbiology , from the implementation of aseptic techniques and sterilization, inoculation and isolation of microorganisms, observation of microorganisms, as well as methods of biomass quantification and microbial growth monitoring. After the execution of each laboratory work and respective report, an oral discussion with each group is carried out. With the experimental work, report and oral discussion, it is intended that the student acquires the ability to work in a group, report the work, and discuss and analyze the experimental results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas laboratoriais onde são realizados, por grupo, os vários trabalhos práticos. Inicialmente é feita uma exposição teórica na qual os novos conceitos são introduzidos e se apresentam os métodos e procedimentos a executar. Durante as aulas os alunos são confrontados com questões pertinentes, de modo a avaliar o modo como se prepararam para a realização do trabalho experimental e potenciar a compreensão dos conhecimentos adquiridos. No fim de cada trabalho realizado é efetuada uma discussão oral para discussão dos conceitos teóricos e dos

resultados obtidos no trabalho. São ainda analisados os relatórios elaborados. A avaliação é contínua e tem em conta: (i) Avaliação diagnóstica (A-10%); (ii) Elaboração de 8 Relatórios (B-40%); (iii) Avaliação do desempenho nas aulas laboratoriais (C-15%) e (iv) Teste prático individual, com nota mínima de 9 valores (D-35%). A classificação final é obtida pela soma das contribuições das várias componentes (0,10xA+0,40xB+0,15xC+0,35xD e D≥9).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Laboratory (PL) classes to carry out several experimental works by students in small groups. During the laboratory classes students are confronted with relevant questions, allowing to assess their previous preparation to carry out the experimental work. This method also allows enhancing the understanding of the knowledge acquired by the students. After the conclusion of each work, an oral discussion is performed in which the theoretical concepts involved, and the obtained results, are discussed. Further, the written reports are evaluated. A continuous evaluation is performed taking into account: (i) Diagnostic Evaluation (A-10%), (ii) 8 Reports concerning the experimental works (B-40%), (iii) Performance in laboratory classes (C-15%) and (iv) individual practical test with a minimum score of 9 points in a 0-20 scale (D-35%). The final classification is obtained by summing the contributions of the various components (0,10xA+0,40xB+0,15xC+0,35xD and D≥9).

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

As aulas práticas laboratoriais permitem atingir os objetivos desta unidade curricular, dado que os trabalhos são executados em grupo e consistem na aplicação de conceitos da Microbiologia, como a aplicação de técnicas de esterilização, assepsia, inoculação e isolamento de microrganismos e métodos de quantificação e monitorização do crescimento microbiano. Nas aulas, os alunos devem organizar e gerir a realização do trabalho experimental, bem como reportar o trabalho realizado na forma de relatório. Por outro lado, as aulas de discussão permitem que os alunos desenvolvam a capacidade de discutir e analisar os resultados experimentais obtidos. Os testes diagnóstico realizados em algumas aulas laboratoriais permitem avaliar o modo como os alunos se prepararam para a realização da atividade experimental. O teste prático individual realizado no final do semestre permite verificar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes, teóricos e práticos, para atingir os objetivos propostos.

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

The laboratory classes allow inferring the accomplishment of this course objectives, since the work is performed in a group and consist of applying the fundamental concepts of Microbiology, such as the application of techniques of sterilization, asepsis, isolation and inoculation of microorganisms and methods of quantification and monitoring microbial growth. In these classes, students have to organize and manage the progress of the experimental work, as well as report the performed experiment, in the form of a written report. On the other hand, the discussion classes allow students to develop the ability to discuss and analyze the experimental results. The diagnostic tests, performed in some laboratory classes, allow assessing how students are prepared to perform the experimental work. The individual practical test, at the end of the semester, allows assessing whether the student has acquired sufficient knowledge, both theoretical and practical, to achieve the proposed outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. W.F.C. Ferreira, J.C.F. de Sousa e N. Lima, Microbiologia,1ª edição, Lidel, Lisboa, 2010.
2. J.G. Black, Microbiology: Principles and Explorations, 6th edition, John Wiley & Sons, NJ, 2005.
3. M.T. Madigan and J.M. Martinko, Brock biology of microorganisms, 11th edition, Pearson Education, Inc., San Francisco, 2006.
4. F. Alcântara, M.A. Cunha e M.A. Almeida, Microbiologia – Práticas Laboratoriais, 2ª edição, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2001.
5. H.W. Seeley, P.J. VanDemark and J.J. Lee, Microbes in action: a laboratory manual of microbiology, 4th edition, W.H. Freeman and Company, New York, 1991.
6. S. Isaac and D. Jennings, Microbial culture. The Introduction to Biotechniques Series, Taylor & Francis, London, 1995.
7. J.G. Cappuccino and N. Sherman, Microbiology: A Laboratory Manual, 5th edition, Benjamin/Cummings Science Publishing, Menlo Park, 1999.

Mapa IV - Fenómenos de Transporte II / Transport Phenomena II

3.3.1. Unidade curricular:

Fenómenos de Transporte II / Transport Phenomena II

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

Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

n.a.

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

Pretende-se dotar os alunos com os conhecimentos fundamentais de transferência de calor e massa e aplicá-los a sistemas biológicos naturais ou manipulados. Os objetivos a atingir pelos alunos que frequentam esta unidade curricular passam pela: i) compreensão física e matemática dos mecanismos de transferência de calor e de massa; ii) estabelecimento de balanços macroscópicos e microscópicos de energia e massa, para diversas geometrias, em regime permanente; iii) aplicação dos conceitos adquiridos a alguns equipamentos simples, como por exemplo permutadores de calor; iv) resolver problemas unidimensionais de difusão de um componente em condições de estado estacionário usando a primeira lei de Fick; v) aquisição de conhecimentos sólidos sobre transporte de um componente entre fases em contacto, resistência pelicular à transferência de massa e resistência global; vi) desenvolvimento da capacidade de resolver problemas que envolvam o transporte de calor e massa.

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

The purpose of this course is to provide students with the fundamentals of heat and mass transfer and apply them to natural or engineered biological systems. The objectives to be achieved by students attending this course are: i) Understand the physical and mathematical fundamentals of heat and mass transfer mechanisms; ii) Develop microscopic and macroscopic energy and mass balances in steady state for mediums of different geometries; iii) Apply the knowledge acquired in design applications of simple equipment, like heat-exchangers; iv) Solve stead state problems with one-dimensional diffusion using Fick's first law; v) Solid knowledge in mass transfer in multi-phase systems and individual and overall mass transfer resistances; vi) Capacity to solve problems including heat and mass transfer.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

I. Transferência de calor
Introdução: Mecanismos e regimes de transferência de calor
Condução em regime permanente: Condução em placas planas; Associação de resistências térmicas; Condução radial num cilindro e numa esfera; Espessura crítica de um isolamento; Condução com produção interna de energia em placas planas
Permutadores de calor: Sua análise: Método da média logarítmica da diferença de temperaturas; Método da eficiência-NTU
Correlações para determinar os coeficientes de transferência de calor: Convecção forçada (Correlações para escoamentos externos e internos); Convecção natural (Correlações para convecção sobre e dentro de superfícies fechadas)
II.Transferência de massa
Introdução: Os mecanismos de transferência de massa
Difusão em regime permanente: Difusão através de uma placa plana, casca cilíndrica e casca esférica
Transferência de massa entre fases: Os coeficientes peliculares; Condições na interface e o coeficiente global; Resistências na transferência interfacial

3.3.5. Syllabus:

I. Heat Transfer
Introduction: mechanisms and regimes of heat transfer, conduction and convection.
One-Dimensional Steady State Conduction: heat conduction in plane walls, cylinders and spheres, thermal resistance concept and thermal resistance network, critical radius of insulation, conduction with thermal energy generation in plane walls.
Heat Exchangers: the overall heat transfer coefficient, analysis of heat exchangers, the logaritmic mean temperature difference method, the effectiveness – NTU method.
Convective Heat Transfer Correlations: external and internal forced convection, natural convection.
II. Mass Transfer
Introduction: mechanisms and regimes of mass transfer.
Mass Diffusion: Fick's law of diffusion, steady mass diffusion in plane walls, cylinders and spheres.
Interfacial Mass Transfer: convective mass transfer, equilibrium, individual mass transfer coefficients and overall mass transfer coefficients.

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

Os conteúdos permitem a aquisição de conhecimentos sólidos das bases da transferência de calor e massa necessários para as unidades curriculares que se seguem no plano curricular da licenciatura. Após a compreensão dos diversos mecanismos de transferência de calor e dos seus regimes, estão lançadas as bases para o estudo da transmissão de calor em condições de estado estacionário através de meios com geometrias diferentes. Inicia-se com a aplicação a meios com geometria plana e só depois se passa à condução radial em geometrias cilíndrica e esférica, onde a área é variável. É introduzido o conceito de resistência térmica à condução e à convecção de calor, assim como a noção de associação de resistências térmicas, o que facilita a aplicação dos conhecimentos na análise dos permutadores de calor. Os conteúdos relativos à transferência de massa são apresentados de forma semelhante, dando relevo à transferência de massa entre fases por ser a base de alguns processos de separação e tratamentos biológicos.

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

The syllabus allows students to acquire solid knowledge of heat and mass transfer foundations required for the following courses in the undergraduate curriculum. After understanding the various mechanisms of heat transfer and their regimes, the foundations are built for the one-dimensional heat transfer study in steady-state conditions in media with different geometries. Initially, the heat conduction in slabs is presented and then goes to the study of radial heat transfer in media with cylindrical and spherical geometries, where the area for heat conduction is variable. It is introduced the simple concept of thermal resistance to conduction and convection, as well as the notion of thermal resistances association, which facilitates the knowledge application in the heat exchangers analysis. The syllabus corresponding to mass transfer is presented similarly with the focus in the interfacial mass transfer as is the basis of some separation processes and biological treatments.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição dos conteúdos recorrendo sempre que possível à apresentação de exemplos num contexto das várias vertentes da Bioengenharia e aulas teórico-práticas onde são resolvidos problemas de aplicação. Nas aulas teórico-práticas, após uma discussão genérica sobre os problemas, os alunos são incentivados a prosseguir com as suas resoluções, sendo no final feita uma discussão dos resultados obtidos. Antecipadamente são disponibilizadas as folhas com os problemas propostos a resolver nas aulas teórico-práticas. A avaliação é feita por exame final constituído por uma prova escrita individual.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes exposing the contents of the curricular unit using wherever possible the presentation of examples within a Bioengineering context in all its branches and theoretical practices classes for solving problems of application. In theoretical practices classes, after a general discussion about the problems, students are encouraged to continue with its resolutions and at the end a discussion of the results is made. The problems proposed to solve in the theoretical practices classes are available to the students in advance. The evaluation is done by a final exam and consists of a written exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas de exposição dos conteúdos, havendo a preocupação de derivar as equações fundamentais de forma a perceber as suas condições de aplicabilidade. Nas aulas teórico-práticas os estudantes são estimulados a resolver os problemas após breve discussão para compreender a situação física em questão. Durante a resolução dos problemas sempre que possível é estabelecida a discussão de forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. Os problemas propostos são orientados para a compreensão dos diferentes mecanismos de transferência de calor e massa, partindo das situações mais simples aplicadas a meios com geometria plana até situações mais complexas, onde a área de transferência de calor não é constante como é o caso das geometrias cilíndricas e esféricas. A aplicação de balanços de energia (e também de massa) é frequente durante a resolução dos problemas para a obtenção da equação diferencial que traduz o processo de transferência de calor com e sem produção de calor em simultâneo. A introdução da transferência de massa é feita recorrendo à analogia com a transferência de calor, dando particular destaque ao equilíbrio químico que se estabelece junto de uma interface. Na transferência de massa entre fases distintas é desenvolvida a capacidade dos estudantes para trabalharem com coeficientes peliculares e coeficientes globais de transferência de massa, assim como, dotá-los da capacidade de avaliar as resistências envolvidas no processo de transferência de massa de um dado componente.Com a metodologia usada privilegia-se a qualidade de resolução dos problemas durante as aulas em detrimento da quantidade de problemas resolvidos. Os estudantes são incentivados a resolver outros problemas existentes nas folhas de problemas disponibilizadas. Sempre que possível serão apresentados problemas com aplicação num contexto da Bioengenharia e nas suas diversas vertentes.

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

The teaching methodology used allows the student to acquire a solid foundation in the theoretical classes for description of contents, with the concern of deriving the fundamental equations in order to understand their applicability conditions. In theoretical practices classes the students are encouraged to solve problems after a brief discussion to understand the physical situation. During the resolution of problems whenever possible the discussion is established in order to improve self-analysis and critical abilities of the students. The proposed problems are oriented to understand the different mechanisms of heat and mass transfer, starting from simple cases applied to slabs to more complex situations with cylindrical and spherical geometries, where the area of heat transfer is not constant. The application of energy balances (and also mass balances) is common when solving the problems in order to obtain the differential equations representing the heat transfer process with and without heat generation. The introduction of mass transfer is done using the analogy to the heat transfer, with particular attention to the chemical equilibrium that is established when exists an interface. In the interfacial mass transfer is developed the students' ability to work with individual and overall mass transfer coefficients, as well as to evaluate the resistances involved in the mass transfer process of a given component. With the methodology used the focus is the quality of problem solving during classes over the quantity of solved problems. Students are encouraged to solve other problems among the problems available for resolution. Whenever possible, will be proposed the

resolution of problems within a Bioengineering context and its several branches.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Çengel, Y.A., Heat Transfer – A Practical Approach, 2ª edição, McGraw-Hill, 2003.
2. Incropera, F.P., DeWitt, D.P., Bergman, T.L. e Lavine, A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, 6ª edição, 2007.
3. Welty, J.R., Wicks, C.E., Wilson, R.E. e Rorrer, G.L., Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, 5ª edição, 2008.
4. Holman, J. P., Heat Transfer, McGraw-Hill, 9ª edição, 2002.
5. Johnson,M., Ethier, C.R., Problems for Biomedical Fluid Mechanics and Transport Phenomena, Cambridge University Press, 2014.
6. Truskey, G.A., Yuan, F., Katz, D.F., Transport Phenomena in Biological Systems 2ª edição, Prentice Hall, 2009.

Mapa IV - Processos de Separação/ Separation Processes

3.3.1. Unidade curricular:
Processos de Separação/ Separation Processes

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, T: 15 horas; TP: 15 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria João da Anunciação Moreira, T: 15 horas; TP: 15 horas

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que os alunos que frequentam esta unidade curricular:
i) estudem e compreendam quatro operações unitárias de utilização frequente ao nível industrial: a filtração, a sedimentação, a destilação e a secagem;
ii) apliquem conceitos de transferência de calor e de massa nas operações unitárias estudadas;
iii) conheçam o equipamento usado nessas operações e aprendam os conceitos e equações que permitem caracterizar a operação e dimensionar o equipamento.
Pretende-se, ainda, que os alunos desenvolvam a capacidade de resolução de problemas que envolvam os processos de separação estudados.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Provide the students with the ability to:
i) study and understand four unit operations frequently used at the industrial level: filtration, sedimentation, distillation and drying;
ii) apply concepts of heat and mass transfer in the studied unit operations;
iii) understand the equipment used in these operations and learn the concepts and equations that allow to characterize the operation and to design the equipment.
It is intended also that students develop the ability to solve problems involving the separation processes studied.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Filtração
Filtração a pressão e a fluxo constante, convencional e crossflow
Porosidade e superfície específica de um leito
Lei de Darcy e equação de Carman-Kozeny
Resistência específica de um bolo e do meio filtrante
Compressibilidade de um bolo
Seleção de equipamento
Fatores com maior influência no fluxo de filtrado
2. Destilação
Destilação em estado estacionário com contacto descontínuo
Noção de andar de equilíbrio
Cálculo do número ideal de andares, número mínimo de andares e da razão de refluxo mínima
Projeto de colunas de andares
Eficiência de andar
3. Sedimentação
Lei de Stokes e limitações na sua aplicabilidade
Campo gravítico e campo centrífugo
Centrífugas laboratoriais e industriais. Scale-up
Ultracentrifugação

Espessadores
Floculação
4. Secagem
Classificação dos processos de secagem
Equipamento de secagem
Humidade de equilíbrio, ligada e não ligada e humidade livre
Curvas de velocidade de secagem

3.3.5. Syllabus:

1. Filtration.
Filtration at constant pressure and constant flow.
Conventional crossflow filtration.
Darcy's Law and Carman-Kozeny equation.
Specific resistance of cake and filter media.
Compressibility of the filtration cake.
Selection of laboratory and industrial equipment.
Washing and filtration cycles.
2. Distillation.
Continuous distillation in tray columns.
The ideal contacting stage.
McCabe-Thiele method.
The minimum number of stages and the minimum reflux ratio calculation.
Tray distillation columns design.
Tray Column Efficiency.
3. Sedimentation.
Stokes law and limitations in its applicability.
Gravitational and centrifugal field.
Industrial and laboratory centrifuges. Scale-up.
Ultracentrifugation.
Thickeners.
Flocculation
4. Drying
Classification of drying processes
Drying equipment
Equilibrium moisture content. Bound and unbound moisture in the solid. Free moisture in the solid.
Drying rate curve. Methods of calculation.

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

Os conteúdos programáticos foram definidos com o objetivo de permitir aos estudantes a aquisição de conhecimentos sólidos de quatro operações unitárias com grande relevância na indústria. Para o efeito, dividiu-se a unidade curricular em quatro módulos independentes em que em cada um é tratado um dos processos de separação estudados. Em cada módulo, os alunos têm de aplicar conceitos de transferência de calor e de massa, aprendidos em unidades curriculares de ciências básicas de engenharia, na resolução de problemas de dimensionamento e operacionalização de cada uma das operações unitárias estudadas, conseguindo, desta forma, alcançar os objetivos da unidade curricular.

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

The syllabus has been defined with the aim to enable students to acquire sound knowledge of four unit operations with great relevance in the industry. For this purpose, the course was divided in four independent modules, each one devoted to one of the studied separation processes. In each module, students must apply concepts of heat and mass transfer processes, learned in basic engineering sciences classes, in the resolution of design and operation problems applied to each of the unit operations studied, allowing to achieve the objectives of the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular desenvolve-se em aulas teóricas em que se promove a exposição dos conteúdos recorrendo frequentemente à apresentação de exemplos e em aulas teórico-práticas onde são resolvidos problemas de aplicação dos conteúdos aprendidos nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, após uma discussão genérica sobre os problemas, os alunos são incentivados a prosseguir com as resoluções, sendo no final discutidos os resultados obtidos.
Em termos de avaliação é permitido aos alunos optarem por um de dois sistemas de avaliação: 1) avaliação tradicional, em que os discentes são avaliados por meio de um exame final, sob a forma de prova escrita sem consulta, com a duração de 3 horas ou 2) avaliação contínua, em que os alunos são avaliados por meio de quatro testes escritos (nota mínima de 7,5 valores) durante o período letivo, no final de cada um dos quatro módulos. Cada teste contribui com 25% para a nota final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is developed in theoretical classes where the contents of the curricular unit are exposed, using wherever possible the presentation of examples, and theoretical practices classes for solving problems of application. In theoretical practices classes, after a general discussion about the problems, students are encouraged to continue with its resolutions and, at the end, a discussion of the results is made. The problems proposed to solve in the theoretical practices classes are available to the students in advance.
In terms of evaluation the students can opt for one of two assessment systems: 1) traditional evaluation, in which students are assessed through a final exam in the form of written test without consultation, lasting three hours or 2) continuous assessment, in which students are assessed through four written tests (minimum grade of 7.5 values) during the school year at the end of each of the four modules. Each test contributes 25% towards the final grade.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas teóricas, aquando da exposição dos conteúdos, relativamente aos quatro processos de separação estudados. Procura-se explicar e demonstrar as equações de projeto da generalidade das operações unitárias estudadas, partindo de balanços materiais e/ou entálpicos e das equações fundamentais para descrever a transferência de calor e de massa.
Nas aulas teórico-práticas os estudantes são estimulados a resolver os problemas após breve discussão para compreender o enquadramento do problema. Durante a resolução dos problemas procura-se promover a discussão de forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. Os problemas propostos são orientados para a compreensão dos quatro processos de separação estudados.

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

The teaching methodology used allows the student to acquire a solid foundation in the theoretical classes, during the exposition of the contents for the four separation processes studied. It seeks to explain and demonstrate the design equations of the unit operations studied, using material and/ or enthalpic balances and fundamental equations to describe heat and mass transfer processes.
In theoretical practices classes students are encouraged to solve problems after a brief discussion to understand the framework of the problem. During the resolution of problems whenever possible the discussion is established in order to improve self-analysis and critical abilities of the students. The proposed problems are oriented to understanding the four separation processes studied.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Azevedo E. G. e Alves A. M., Engenharia de Processos de Separação. IST Press. 2009.
2. Coulson, J. M. e Richardson, J. F., "Chemical Engineering", vol. 2, 2ª ed., Pergamon Press Inc., USA, 1968.
3. Foust, A. S., Wenzel, L. A., Clump, C. W. Maus, L., Anderson, L. B., "Principles of Unit Operations", 2ª ed., John Wiley & Sons, Inc., USA, 1980.
4. Geankoplis, Christie J. Transport processes and separation process principles (includes unit operations). 4ª ed., Prentice Hall PTR, 2003.
5. Harrison R. G., Todd P., Rudge S. R. e Petrides D. P., "Bioseparations Science and Engineering", Oxford University Press, USA, 2003.
6. Ibarz A. e Barbosa-Cánovas G. V., "Unity Operations in Food Engineering", Food Preservation Technology Series, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2003.
7. McCabe, W.L.; Smith, J.C. e Harriott, P., Unit Operations of Chemical Engineering", 6ª ed., Mc Graw-Hill, 2001.
8. Seader, J. D. e Henley, E. J., Separation Process Principles. 2ª ed. John Wiley & Sons Inc., 2006.

Mapa IV - Reatores Químicos e Biológicos / Chemical and Biological Reactors

3.3.1. Unidade curricular:

Reatores Químicos e Biológicos / Chemical and Biological Reactors

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

Maria José Capelas de Moura, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

n.a.

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

Os objetivos de aprendizagem nesta unidade curricular passam por dotar os alunos com a capacidade de:
- determinar uma equação cinética simples, por aplicação do método integral de análise de dados;
- dimensionar e analisar o funcionamento de um reator ideal em operação isotérmica, a volume constante;
- dimensionar e analisar o funcionamento não isotérmico dos reatores descontínuos e tubulares em operação

adiabática, e do reator de mistura em operação adiabática e não adiabática;
- manusear a equação de Michaelis-Menten e a equação de Monod;
- dimensionar e analisar o funcionamento de um reator ideal (descontínuo e de mistura) para reações enzimáticas e microbianas, em operação isotérmica.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The learning outcomes of this course pass through to provide students with the ability to:
- determine a simple kinetic equation, by applying the integral method of data analysis;
- design and analyze the operation in a constant-volume ideal reactor, in isothermal operation;
- design and to analyze the operation of an ideal reactor for non-isothermal operation (CSTR in adiabatic or not adiabatic operation and DSTR and PFR in adiabatic operation);
- use the Michaelis-Menten equation and Monod equation;
- design and to analyze an ideal reactor (DSTR and CSTR) for enzymatic and microbial reactions, in isothermal operation.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Cinética das reações homogéneas. Aplicação do método integral de análise de dados cinéticos, a volume constante, a reações de 1ª ordem e a reações bimoleculares e trimoleculares irreversíveis de 2ª ordem. Método do tempo de meia vida.
2. Balanço mássico aos reatores ideais, a volume constante. Balanço energético ao reator de mistura em operação adiabática e não adiabática, e aos reatores descontínuo e tubular em operação adiabática.
3. Cinética das reações enzimáticas. Equação de Michaelis-Menten. Equação de Lineweaver-Burk. Aplicação aos reatores ideais.
4. Estequiometria e cinética dos processos microbianos. Cinética de crescimento, morte, consumo e produção. Modelo de Luedking e Piret. Equações do balanço mássico à biomassa, ao substrato, ao produto, às células mortas e ao oxigénio. Aplicação aos reatores ideais.

3.3.5. Syllabus:
1. Kinetics of homogeneous reactions. Constant-volume batch reactor. Integral method of anslysis of data and aplication to the following reactions: irreversible unimolecular-type first-order reactions; irreversible bimolecular-type second-order reactions and irreversible trimolecular-type second-order reactions. The half-life method.
2. Mole balances on ideal reactors. Non-isothermal ideal reactors. The energy balance. Adiabatic operation (DSTRs, CSTRs and PFRs). Non adiabatic operation (CSTRs)
3. Enzyme fermentation. Michaelis-Menten equation. Lineweaver-Burk equation. Application to ideal reactors.
4. Stoichiometry and kinetics of microbial processes. Cell growth, cell death, cell maintenance, substrate consume, and product formation. Luedeking-Piret equation. Mass balances on batch and chemostat operation. Application to ideal reactors.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na área da Engenharia Biológica a análise e dimensionamento de reatores assume uma importância primordial. Nesta unidade curricular são introduzidos conceitos que servem de base ao estudo da cinética química e dos reatores químicos/biológicos ideais, em estado estacionário. No âmbito da cinética, o aluno é familiarizado com a aplicação do método integral de análise de dados, através da resolução de exercícios. Após este estudo, é feita uma introdução aos três principais reatores ideais pela análise das equações do balanço mássico e do balanço energético.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In the area of Biological Engineering the analysis and design of reactors is very important. In this course are introduced concepts that support the study of chemical kinetics and ideal chemical/biological reactors, in steady state, are introduced. Within the study of kinetics, the students are familiarized with the integral method of data analysis, by solving exercises. After this study, an introduction to the three main ideals reactors is provided by analyzing the equations of mole balance and energy balance.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Nas aulas teóricas são apresentados os conteúdos programáticos da unidade curricular, recorrendo à projeção de diapositivos e, sempre que possível, à resolução de exercícios de aplicação. Nas aulas teórico-práticas, o docente orienta o aluno na resolução de um conjunto alargado de exercícios abrangendo todas as componentes do programa curricular. Antecipadamente são disponibilizadas as folhas com os problemas propostos a resolver nas aulas teórico-práticas. O exame final, sob a forma de prova escrita cotada para 20 valores, é constituído por dois conjuntos de questões: um conjunto de carácter teórico, cotado para 5 valores, e um conjunto de problemas cotado para 15 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the lectures are presented for the first time, the syllabus of the course, using the projection of slides and, whenever possible, the resolution of exercises for application. In practical classes, the teacher guides the student in solving a wide range of exercises covering all components of the curriculum. The proposed problems to be solved are distributed to the students in advance. The final examination is performed through a final exam quoted to 20, and comprises two sets of questions: the first set integrates theoretical questions, quoted to 5, and another set of practical exercises quoted for 15.

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

Nesta unidade curricular os alunos são motivados a estabelecerem um raciocínio lógico e sequencial que lhes permita deduzir, e não memorizar, as equações adequadas a cada situação com que são confrontados. Esta metodologia é adotada na resolução dos vários tipos de problemas, desde exercícios de cinética, até exercícios sobre funcionamento de reatores ideais, utilizando equações de balanços mássicos e de balanços energéticos.

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

In this course students are encouraged to solve the exercises, by using logic, rather than memorizing, with the appropriate equation to each situation they face. This methodology is adopted in solving different types of problems, from kinetic exercises to ideal reactor exercises, using mass balance and energy balance equations.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Dunn, I.J., Heinzle, J.I., Prenosil, J. E., "Biological Reaction Engineering: Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples", 2nd ed., VCH Publishers, New York, 2003
2. Fogler, H.S., "Essentials of Chemical Reaction Engineering", International edition, Prentice Hall, 2011
3. Fonseca, M., Teixeira, J., "Reatores Biológicos – Fundamentos e aplicações", 1st ed., Lidel, 2007
4. Froment, G.F., Bischoff, K.B., De Wilde J., "Chemical Reactor Analysis and Design", 3rd ed., John Wiley, 2010
5. James, E.B., David, F.O., "Biochemical Engineering Fundamentals", 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1986
6. Lemos, F., Lopes, J.M., Ribeiro, F.R., "Reatores Químicos", 1ª ed., IST Press, Lisboa, 2002
7. Levenspiel, O., "Chemical Reaction Engineering", 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, 1999
8. Missen, M.S., "Introduction to Chemical Reaction Engineering", John Wiley & Sons, inc., New York, 1999
9. Schmidt, L.D. "The Engineering of Chemical Reactions", 2nd ed., Oxford University Press, Oxford, 2004

Mapa IV - Análise Instrumental / Instrumental Analysis

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Instrumental / Instrumental Analysis

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

Luis Jorge Assunção Martins, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

n.a.

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

Conhecer os fundamentos, conceitos e relações quantitativas subjacentes ao uso da espectrometria e da cromatografia em análise química, assim como o respetivo âmbito de aplicação. Apropriar-se de conhecimento sobre as duas técnicas instrumentais de análise química de uso mais generalizado no laboratório e na indústria. Adquirir capacidade para acompanhar e perceber a utilidade e o alcance das mais recentes aplicações destas técnicas, trazidas pelo desenvolvimento de nova instrumentação.

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

Being acquainted with the fundamentals and range of application of spectroscopic and chromatographic techniques to solve analytical problems. Ability to keep abreast of the latest applications of these techniques brought about by new developments in instrumentation.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Métodos analíticos
2. Conceitos e fundamentos
2.1 Termos e relações quantitativas na prática da espectroanálise.
2.2 Termos e relações quantitativas na prática da cromatografia analítica por eluição em coluna.
3. Métodos espectroquímicos de análise.
3.1 Energia molecular

3.2 Espectroscopia molecular ótica
3.2.1 Espectroscopia (molecular) de absorção eletrónica (ou de ultravioleta-visível).
3.2.2 Espectroscopia (molecular) vibracional
3.3 Espectroscopia atómica (de absorção e de emissão) na região ótica.
3.4 Aplicações analíticas da espectrometria molecular e atómica.
3.4.1 Espectrometria qualitativa.
3.4.2 Espectrometria quantitativa.
3.5 Instrumentação em análise espectroquímica na região ótica.
4. Separações Químicas
4.1 Métodos de separação envolvendo extração.
4.2 Cromatografia.
4.2.1 Separações cromatográficas
4.2.2 Instrumentação em cromatografia por eluição em coluna (GC e HPLC).
4.2.3 Preparação da amostra em cromatografia analítica

3.3.5. Syllabus:
1. Classification of analytical methods
Overview of the main methods of instrumental analysis
2. Terms and quantitative relationships in spectrochemical analysis and in column analytical chromatography
3. Spectrochemical methods of analysis
3.1 Molecular (and atomic) energy levels, electromagnetic spectrum and spectroscopy
3.2 Optical molecular spectroscopy
3.2.1 Electronic absorption spectroscopy
3.2.2 Vibrational absorption spectroscopy
3.3 Optical atomic absorption spectroscopy
3.4 Analytical applications of conventional molecular and atomic spectroscopy
3.4.1Qualitative spectroscopy
3.4.2 Quantitative spectroscopy
3.5 Instrumentation for molecular and atomic spectrochemical analysis in the optical region
4. Chemical separations
4.1 Chemical separations involving extraction
4.2 Chromatography
4.2.1 Chromatographic separations
4.2.2 Instrumentation in analytical GC and HPLC column

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
De modo a consolidar conhecimento útil de análise química instrumental, o programa reflete a importância maior da espectrometria e da cromatografia por serem as duas técnicas instrumentais mais utilizadas (e imprescindíveis) na prática analítica corrente. Essas duas técnicas são apresentadas no contexto de uma breve fundamentação das várias técnicas instrumentais à disposição do analista. Deve referir-se que os alunos frequentam uma unidade curricular de Laboratório de Análise Instrumental que decorre paralelamente à de Análise Instrumental e onde são aplicadas aquelas técnicas a amostras comerciais.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In the current practice of chemical analysis, both spectroscopy an chromatography emerge as the major and most widely used analytical techniques. This is why the contents of this course covers these two techniques with special emphasis, while addressing only briefly other existing instrumental techniques for chemical analysis. Such a coverage is meant to convey the importance of the two techniques for chemical analysis. A parallel laboratory course on instrumental analysis presents the students with many real world applications of the two instrumental techniques.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O conteúdo programático é ensinado em duas aulas de 2 horas por semana. Embora expositivas, estas aulas são frequentemente bastante interativas. Os estudantes podem descarregar da Intranet um conjunto de questões de aplicação prática dos tópicos ensinados nas aulas teóricas. A aprovação na unidade curricular é obtida com a classificação mínima de 9,50 valores conseguida em avaliação contínua (através da obtenção da classificação mínima de 9.50 valores em cada um dos dois minitestes a realizar ao longo do semestre) ou em exame sobre a matéria versada nas aulas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
Teaching is done by lecturing (two 2hr-lectures per week) which, at times, become informal and quite interactive. Students can download a set of problems relating to the topics covered in lectures. These problems are intended to guide students to use course content and they can be solved by the students alone or with help from the teacher. Assessment is based on two assessment tests (mid- and end-of-semester) and/or examination at the end of the

semester.

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

À medida que os tópicos do programa vão sendo ensinados os alunos podem avaliar o nível de compreensão dos assuntos através do sucesso na resolução correta das questões práticas que lhes são apresentadas no início do semestre. O grau de sucesso nessa resolução é revelador do grau de consecução dos objetivos de formação propostos. Por outro lado, a destreza, competência e confiança com que enfrentam a realização dos trabalhos laboratoriais na unidade de Laboratório de Análise Instrumental (que frequentam em paralelo à de Análise Instrumental) é um indicador tangível do grau de consecução dos objectivos de formação estabelecidos para esta unidade. É, pois, adequada a estratégia de ensino adoptada nesta unidade curricular para se atingir os objetivos de formação pretendidos.

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

As teaching of the syllabus progresses, students can gauge their grasp of the covered topics by how successful they are at solving the problems set up at the beginning of the semester. How confident students feel in their ability to perform their assigned lab work in Laboratory of Instrumental Analysis is another measure of their understanding of the material covered in lectures. Altogether, the adopted teaching strategy can deliver the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. I.N. Levine, "Physical Chemistry", McGraw Hill, NY, 1995, ISBN:0-07-113472-7.
2. D.G. Peters, J.M. Hayes and G.M. Hieftje "Chemical Separations and Measurements"
3. W.B. Saunders, 1974, ISBN:0-7216-7203-5.
4. F.Rouessac & A. Rouessac "Chemical Analysis" John Wiley, 2000, 0-471-97261-4.
5. D.A. Skoog & J.J.Leary "Principles of Instrumental Analysis" 4th Edition, Saunders College Publishing, 1992, ISBN:0-03-023343-7.

Mapa IV - Laboratório de Análise Instrumental / Instrumental Analysis Laboratory

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório de Análise Instrumental / Instrumental Analysis Laboratory

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

Luis Jorge Assunção Martins, PL: 72 horas

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

Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques, PL: 18 horas

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

Adquirir experiência em espectrometria (de absorção) analítica (molecular e atómica) e cromatografia analítica (de gás e de líquido), incluindo a adoção do método de identificação e quantificação dos componentes da amostra, a preparação e medição da amostra com o equipamento adequado e a familiarização com os equipamentos utilizados. Conhecer e ser capaz de operar os equipamentos de uso mais generalizado no laboratório de química analítica. Conhecer e ser capaz de adoptar boas práticas laboratoriais.

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

Getting hands-on experience and practical knowledge in both absorption spectrometry and gas and liquid analytical chromatography and awareness of current methods of sample preparation, while solving real-world analytical problems. Being acquainted with a range of applications of spectroscopic and chromatographic techniques to solve analytical problems in the laboratory and industry. Ability to operate equipment in widespread use in the analytical laboratory. Ability to adopt good laboratory practices.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O programa desta disciplina compreende a realização de catorze trabalhos laboratoriais:
1. Determinação de sódio e potássio em vinhos
2. Determinação espectrofotométrica de fósforo inorgânico
3. Determinação do grau de pureza de um sulfato de cobre comercial
4. Determinação simultânea de ácido acetilsalicílico e ácido ascórbico
5. Determinação de etanol em vinhos de mesa tintos

6. Determinação de ácidos orgânicos em vinhos de mesa tintos por HPLC-UV
7. Determinação de componentes voláteis do aroma de vinhos de mesa
8. Determinação de componentes do aroma de vinhos de mesa tintos
9. Determinação de glicerol, D(-)-frutose e D(+)-glucose em vinhos de mesa tintos por HPLC-RI
10. Determinação do extrato seco total e do pH de vinhos de mesa
11. Determinação de metilxantinas em café, chá e cacau
12. Determinação simultânea de lactose, ácido cítrico e ácido L(+)-láctico em leite
13. Determinação da composição em ácidos gordos de óleos
14. Caracterização de variações na composição de queijos

3.3.5. Syllabus:

Fourteen laboratory experiments:
1. Determination of sodium and potassium in two regional table red wines
2. Spectrophotometric Determination of inorganic phosphate
3. Determination of the purity of commercial copper(II) sulphate
4. Simultaneous spectrophotometric determination of acetylsalicylic and L(+)-ascorbic acids
5. Determination of ethanol in wines
6. Determination of acetaldehyde, methanol, ethanol, ethyl acetate in red wines
7. Determination of organic acids and dietyl tartrate
8. Determination of 3-methyl-1-butanol, 3-hydroxy-2-butanone in red wines
9. Determination of glycerol, D(-)-fructose and D(+)-glucose in red wines
10. Determination of total extract and pH of wine in two regional red wines
11. Determination of caffeine, theobromine and theophyline in coffee, tea and cocoa
12. Determination of lactose, citric acid and L(+)-lactic acid in milk
13. Determination of the fatty acid residues
14. Measurement of the compositional parameters of cheese

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

Todos os trabalhos laboratoriais propostos envolvem o uso das técnicas instrumentais de análise (espectroscópicas e cromatográficas), e de preparação da amostra, com que se pretende familiarizar os alunos nesta unidade.

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

The laboratory work set up for this course emphasizes the instrumental techniques, of both chemical analysis and sample preparation, students are intended to familiarize themselves with.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O conteúdo programático é ensinado numa aula de laboratório (de seis horas) por semana, em que cada grupo de quatro grupos (de três ou quatro alunos cada) realiza um dos catorze trabalhos propostos. A aprovação na unidade curricular é obtida com a classificação mínima de 9,50 valores. No cômputo da nota final atender-se-à à distribuição da cotação de 20 valores pelos três itens: relatórios dos trabalhos experimentais realizados (15 valores); trabalho escrito, baseado nos resultados obtidos em sete dos catorze trabalhos realizados (4 valores); estudo do protocolo, empenho e participação no trabalho experimental (1 valor).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching is done in a 6-hours laboratory session per week, attended by four groups (of three to four students each) each of which carries out one of the assigned laboratory experiments. Assessment is based on lab work reports (70%), a paper on the characterization of the two regional red table wines examined in the lab (25%) and performance in the lab (5%).

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

Toda a aprendizagem é feita no laboratório, incluindo a semana de abertura da unidade em que os alunos fazem uma visita guiada aos laboratórios para assistirem a uma descrição das componentes, funcionamento e operação dos equipamentos a usar. Os trabalhos laboratoriais são baseados em amostras comerciais e envolvem preparação da amostra, medição da amostra e tratamento dos dados obtidos. Embora cada trabalho seja feito por um grupo de três ou quatro alunos, a extensão e complexidade do trabalho leva ao envolvimento e coresponsabilização de todos os alunos do grupo na conclusão do trabalho com sucesso. O acompanhamento, pelo docente, de todas as operações laboratoriais, durante a realização do trabalho, permite atingir os objetivos de formação propostos.

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

Each student attends a weekly session of six hours in the laboratory, working in a group of three to four students.

Because each laboratory experiment is large (and sometimes complex) for the time allotted for the work, each student is required to input some effort into the work. Such extended periods of work in the laboratory allow ample opportunity to interact with the academic staff supervising all laboratory operations. All in all, the teaching strategy followed can yield the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:
Protocolo dos trabalhos laboratoriais fornecido pelo docente/Lab handouts provided by the academic staff responsible for developing the laboratory experiment.

Mapa IV - Organização e Gestão/ Organization and Management

3.3.1. Unidade curricular:
Organização e Gestão/ Organization and Management

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
José Luís Martinho, T: 15 horas; TP: 30 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
<sem resposta>

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Compreender os princípios básicos de gestão de empresas, avaliação de investimentos e gestão de operações/qualidade nas organizações. No final desta unidade curricular os alunos deverão ser capazes de:
Compreender os princípios gerais da gestão e as suas principias teorias de referência.
Analisar o meio envolvente dos negócios e aplicar algumas das principais ferramentas de análise estrutural dos negócios.
Propor políticas de marketing para um dado caso.
Compreender e interpretar as demonstrações financeiras.
Analisar e avaliar projetos de investimento
Conhecer e aplicar técnicas e métodos de planeamento e programação de atividades de produção e gestão de stocks.
Conhecer e aplicar métodos de gestão das operações nas vertentes técnica e humana.
Compreender os princípios básicos de gestão da qualidade e os requisitos da norma de referência.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Understand the basic principles of business management capital investment decisions and operation/quality management in several aspects, developing shared domain knowledge between engineers and managers.At the end of this course students should be able to
Understand management principles and framework theories
Analyze the business environment and apply some of the main business analysis tools and frameworks
Propose marketing policies for a given case study
Understand and analyze the financial statements
Analyze capital investment decisions
Understand and apply techniques and methods for production planning and scheduling and inventory management
Understand and apply methods of production design, focusing on both technical and human aspects
Understand the basic principles of quality management and the requirements of the reference standard
Evaluate various alternatives and justify the proposed solutions
Prepare a written report and an oral presentation in a clear way, working in a group

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução à gestão e às organizações.
2. O Marketing e a análise estrutural dos negócios
3. As demonstrações financeiras
4. Avaliação económica de projetos de investimento
5. Planeamento e gestão de processos de produção
6. Aprovisionamento e gestão de stocks
7. Gestão da qualidade e a Norma NP EN ISO 9001:2015

3.3.5. Syllabus:
1. Introduction to management and organizations.
2. Business analysis and Marketing concepts.
3. Financial statements

4. Capital investment decisions. Economic evaluation of investment proposals
5. Production processes planning and management
6. Procurement and inventory management
7. Quality management and the NP EN ISO 9001: 2015 standard

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

O objetivo geral da unidade curricular é o de dar ao futuro engenheiro uma capacidade de compreensão do universo da gestão das empresas, com uma ênfase especial na avaliação de projetos de investimento e na gestão das operações/qualidade.
Os alunos começam por compreender os princípios básicos da organização das empresas e do estabelecimento de estratégias para a gestão, particularmente as ferramentas de análise estrutural dos negócios e o conceito de marketing.
As demonstrações financeiras e a análise da viabilidade de projetos de investimento completa o conhecimento de necessário para a criação de um plano de negócio e da utilização deste como ferramenta de sucesso na gestão empresarial.
Finalmente são introduzidos conceitos e gestão de operações/qualidade e é dada a conhecer os requisitos normativos da norma de referência em termos de qualidade nas organizações.
Desta forma, os conteúdos estão adaptados aos objetivos propostos e em coerência com os objetivos gerais do curso.

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

The overall aim of this course is to give to the future engineers the capacity to understand the universe of business management, with a special focus on the economic evaluation of investment proposals and on operation/quality management.
Students begin to understand the basic principles of business organization and to establish management strategies, particularly, the structural business analysis and marketing concepts.
Financial statements and economic assessment of investment projects complete the necessary knowledge to create a business plan and use it as a successful tool for business management.
Finally, students are introduced to concepts of operations/quality management and the main requirements of the reference standard are presented.
Therefore, the syllabus is adapted to the curricular unit objectives and also with the objectives of this degree.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino incluem aulas teóricas de exposição bem como a discussão de pequenos casos de estudo e a resolução de exercícios. O processo interrogativo é largamente utilizado para incentivar o aluno a refletir sobre os tópicos expostos. Os alunos deverão desenvolver um trabalho autónomo fora das aulas, sobre um tema relevante da disciplina, que resulte numa monografia. A participação dos alunos nas aulas é vivamente incentivada e valorizada. A nota final será a média ponderada entre o exame final e o trabalho, sendo que há uma nota mínima para cada componente.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching methods include formal lectures as well as the discussion of short cases and exercises. The questioning process is widely used to incentive students to reflect about covered topics. Students must develop a project outside classes, on relevant topic covered in the course, resulting in a monography. Class participation is strongly recommended and valued. The final grade will be the weighted average of the final exam and the group work, and there is a minimum score for each component.

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

O processo de ensino-aprendizagem decorre entre duas atividades fundamentais: a apresentação teórica dos conceitos presentes no programa da disciplina, feito essencialmente de uma forma expositiva e a resolução de exercícios práticos. Esta dinâmica entre a exposição teórica e a reflexão de casos práticos parece-nos essencial para a consolidação e concretização dos objetivos de aprendizagem enunciados
A metodologia utilizada permite que o aluno adquira as competências propostas pela via dos conhecimentos transmitidos e também pela via da autoaprendizagem e da pesquisa autónoma. O processo interrogativo utilizado, estimula a participação na análise e discussão dos temas propostos. A realização do trabalho prático promove a autoaprendizagem e o desenvolvimento de competências transversais.
Com estas metodologias de ensino são criadas as condições para que os assuntos desta unidade curricular sejam corretamente assimilados e consequentemente os objetivos de aprendizagem atingidos, através também dos meios que permitem o desenvolvimento do conjunto pretendido de competências genéricas e específicas.

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

The teaching-learning arises between two fundamental activities: a theoretical presentation of the concepts of the syllabus, made essentially trough an expository form and the practical exercises solving. This dynamic between

the theoretical exposition and reflection on practical cases, seems essential for the consolidation and implementation of the listed learning objectives.
The teaching methodology used allows student to acquire the proposed competences given by the taught formal knowledge and also through self-learning and research. The questioning process used, stimuli the participation in the analysis and discussion of the proposed topics. Emphasis is done to the understanding of advantages and disadvantages of the different solutions. The proposed work in module 2 promote self-learning and the development of soft skills.
These teaching methodologies proportionate the correct understanding of the subjects of this curricular unit and consequently to reach the learning outcomes, also through the means that allow the development of the wished set of generic and specific skills.

3.3.9. Bibliografia principal:

ATRILL, P & McLANEY, E - Accounting and finance for non-specialists. Prentice Hall, 5th ed ,2006.
BREALEY & MYERS - Princípios de finanças empresariais. Mc Graw Hill, 1999.
DIONÍSIO, LENDREVIE & JINDON - Mercator 2000 - Teoria e prática do Marketing. Publicações Dom Quixote, 2000.
FERNANDES, R. F. - Contabilidade para não contabilistas. Almedina, 2ª ed, 2008.
ROLDÃO, V. S. - Gestão de Projectos, Monitor, Lisboa, 1992.
LISBOA, J. [et al.] - Introdução à Gestão das Organizações. Vida Económica, 2004.
LISBOA, J. & GOMES, C F - Gestão de Operações. 2ª Edição, Vida Económica, 2010
PIRES, A R - Sistemas de Gestão da Qualidade. 2a. ed., Edições Sílabo, Lda., Lisboa, 2000.
RUSSEL, R S & TAYLOR III, B W - Operations management: along the supply chain. 6th ed, Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, cop. 2009
TEIXEIRA, S. - Gestão das Organizações. Mc Graw Hil, 2001.l

Mapa IV - Engenharia Enzimática / Enzymatic Engineering

3.3.1. Unidade curricular:
Engenharia Enzimática / Enzymatic Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Ana Cristina Araújo Veloso, T: 15 horas; TP: 37,5 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os objetivos de aprendizagem nesta unidade curricular passam por dotar os alunos com a capacidade de: i) conhecer o papel das enzimas nas aplicações biotecnológicas; ii) conhecer as propriedades e funções das enzimas; iii) identificar os tipos de mecanismos de catálise enzimática; iv) descrever o processo de biocatálise em meios não convencionais; v) modelizar a cinética enzimática; vi) conhecer e descrever os principais tipos de inibição enzimática; vii) calcular o efeito da imobilização da enzima na sua cinética; viii) conhecer e modelizar os principais tipos de reatores com enzimas imobilizadas.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The learning objectives in this course is to provide students with the ability to: i) understand the role of enzymes in biotechnological applications; ii) understand the properties and functions of enzymes; iii) identify the types of enzymatic catalysis mechanisms; iv) describe the biocatalysis process in unconventional means; v) model the enzyme kinetics; vi) understand and describe the main types of enzyme inhibition; vii) determine the effect of enzyme immobilization on their kinetics; viii) understand and model the main types of reactors with immobilized enzymes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Propriedades das enzimas
Classificação e nomenclatura. Especificidade das enzimas. Mecanismos de catálise enzimática.
2. Biocatálise em sistemas não-convencionais
Biocatálise aquosa, em solventes orgânicos, líquidos iónicos, fluidos supercríticos, sistemas sólido-sólido e sólido-líquido
3. Cinética e estabilidade enzimáticas. Modelo de Michaelis-Menten. Modelos alternativos e complementares. Obtenção gráfica de constantes cinéticas. Atividade e estabilidade enzimáticas. Efeito do pH e temperatura na cinética enzimática. Tipos de inibição enzimática
4. Imobilização de enzimas
Tipos de suporte e técnicas de imobilização. Efeitos nas propriedades e cinética enzimáticas.
5. Reatores com enzimas imobilizadas

Principais tipos de reatores com enzimas imobilizadas e respetivos modelos cinéticos.
6. Tecnologias enzimáticas
Principais aplicações industriais de enzimas. Biossensores e diagnósticos clínicos enzimáticos. Enzimas em aplicações industriais, farmacêuticas, alimentares e ambientais.

3.3.5. Syllabus:
1. Enzymes properties
Classification and nomenclature. Specificity of enzymes. Enzyme catalysis mechanisms.
2. Biocatalysis in non-conventional systems
Biocatalysis in aqueous systems, organic solvents, ionic liquids, supercritical fluids, solid-solid systems and liquid-solid systems.
3. Kinetics and enzymatic stability. Michaelis-Menten model. Alternative and complementary models. Graphical determination of kinetic constants. Enzymatic activity and stability. Effect of pH and temperature on enzyme kinetics. Types of enzyme inhibition.
4. Immobilization of enzymes
Support media types and immobilization techniques. Effects on the enzymatic properties and kinetics.
5. Reactors with immobilized enzymes
Classification. Main types of reactors with immobilized enzymes and respective kinetic models.
6. Enzyme technology
Main industrial applications of enzymes. Biosensors and enzymatic clinical diagnostics. Enzymes for industrial, pharmaceutical, food and environmental use.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos fornecem os conceitos fundamentais da Enzimologia nomeadamente a classificação, especificidade, os mecanismos de catálise e a cinética enzimática. Pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno seja capaz de reconhecer as propriedades e principais funções das enzimas e identificar os mecanismos de catálise enzimática. O processo de biocatálise em meios não convencionais será estudado no segundo capítulo. A modelização da cinética enzimática, e os principais tipos de inibição enzimática, serão abordados no capítulo três. Após a apreensão das propriedades, cinética e fatores que influenciam o desempenho das enzimas, serão abordadas as técnicas de imobilização de enzimas e estudado o efeito das mesmas na sua cinética, no capítulo quatro. No capítulo cinco serão abordados os principais tipos de reatores que funcionam com enzimas imobilizadas e a sua modelação. Finalmente, o sexto capítulo debruça-se sobre o uso das enzimas em aplicações biotecnológicas.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus provides the basic concepts of enzymology including classification, specificity, catalysis mechanisms and enzyme kinetics. It is intended with the first chapter that the student be able to recognize the properties and main functions of enzymes and identify the mechanisms of enzyme catalysis. Biocatalysis processes in unconventional media will be studied in the second chapter. The modeling of enzyme kinetics, and the main types of enzyme inhibition, will be discussed in chapter three. After the apprehension of the concepts of properties, kinetics and factors influencing the enzymes performance, enzyme immobilization techniques will be addressed and studied their effect in enzyme kinetics, in chapter four. In chapter five the main types of reactors operating with immobilized enzymes and their modeling will be addressed. Finally, the sixth chapter focuses on the use of enzymes in biotechnological applications.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas teóricas são expositivas sendo utilizado um sistema de projeção de diapositivos em Power Point. Nas aulas teórico-práticas após uma breve introdução teórica, são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados. Todo o material é disponibilizado através da plataforma moodle. Os alunos são incentivados a participarem com questões e comentários durante as aulas teóricas e teórico-práticas. No início do semestre os alunos optam por uma das seguintes metodologias de avaliação dos conceitos teóricos lecionados: (i) avaliação por exame final ou (ii) avaliação contínua que engloba três componentes – (A) dois testes realizados ao longo do semestre cotados para 15 valores e nos quais os alunos terão que ter uma nota mínima de 7,5 valores em 20; (B) resolução individual, nas aulas teórico-práticas, de um conjunto de pequenos exercícios cotados em 2 valores; (C) elaboração de um seminário e respetiva apresentação oral sobre o sexto capítulo cotado para 3 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
Lecture (T) classes are expository using a PowerPoint slides projection In practical (TP) classes, after a brief theoretical introduction, the different chapters exercise sheets are solved. All study material is made available through the Moodle platform. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. At the beginning of the semester, students choose one of the following evaluation methodologies: (i) evaluation by final examination or (ii) continuous evaluation encompassing three components - (A) 2 tests during the semester, valued for 15 values, and in which students will have to have a minimum score of 7.5 out of 20; (B) resolution, in the practical classes, of a series of small exercises valued for 2 values; (C)

preparation of a seminar and respective oral presentation on the sixth chapter valued for 3 values.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas teórico-práticas, através da resolução de questões. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, os alunos são incentivados a encontrar a solução as questões propostas nas fichas de trabalho, por si mesmos ou em grupo, orientados pelo docente. Deste modo, será promovida a discussão das questões propostas nas aulas teórico-práticas, assim como do tópico em análise, por forma a desenvolver o espirito crítico dos alunos. As fichas de trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada e a globalidade dos objetivos de aprendizagem definidos. A elaboração do seminário, e posterior apresentação oral, pretende fomentar a auto-suficiência dos alunos, valorizando a pesquisa bibliográfica sobre a aplicação das enzimas em diferentes áreas.

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

The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, further applied in the practical (TP) classes, by solving questions. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes. In the practical classes, students are encouraged to find the solution of the questions proposed in the exercise sheets, by themselves or in group, with teacher guidance. Discussion of the proposed questions will also be promoted in the practical classes, as well as the topic under review, in order to develop the students' critical analysis ability. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught, and thus the intended learning outcomes. The preparation of a seminar, and subsequent oral presentation, aims to promote the students self-sufficiency, highlighting the literature review on the application of enzymes in a number of areas.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Cabral, J. M. S., Aires-Barros, M. R., Engenharia Enzimática, Lidel, Edições Técnicas, Lda, 2003.
2. Lima, N., Mota, M., Biotecnologia, Fundamentos e Aplicações, Lidel, Edições Técnicas, Lda, 2003.
3. Aehle, W., Enzymes in Industry – Production and Applications, Wiley, 2004.
4. Bom, E.P.S., Ferrara, M.A., Corvo, M.L., Enzimas em Biotecnologia. Produção, Aplicações e Mercado. Ed. Editora Interciência, 2008.
5. Engel, P. C., Enzymology Labfax, Academic Press, 1996.
6. Fonseca, M.M., Teixeira, J.A., Reactores biológicos: fundamentos e aplicações. Lidel, 2007.

Mapa IV - Processos de Separação e Purificação de Produtos Biológicos / Sep. and Purif. Proc. of Bio. Prod.

3.3.1. Unidade curricular:

Processos de Separação e Purificação de Produtos Biológicos / Sep. and Purif. Proc. of Bio. Prod.

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

Maria João da Anunciação Moreira, T: 15 horas; TP: 37,5 horas

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

n.a.

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

Com esta unidade curricular pretende-se que os estudantes: i): conheçam algumas técnicas de separação utilizadas em Biotecnologia de forma a serem capazes de dimensionar o equipamento a utilizar nas operações unitárias extração sólido-líquido e líquido-líquido, filtração por membranas, adsorção e permuta-iónica; ii) tomem conhecimento do equipamento usado nessas operações unitárias; iii) adquiram os conceitos e desenvolvam as equações que permitem caracterizar a operação e dimensionar o equipamento; iv) adquiram uma visão geral das exigências no manuseamento e validação de processos envolvendo produtos biológicos; v) sejam capazes de resolver problemas que envolvam os processos de separação estudados.

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

With this course it is intended that students: i) study some separation techniques used in biotechnology so as solid-liquid extraction and liquid-liquid extraction, membrane filtration, adsorption and ion-exchange; ii) know the equipment used in these unit operations; iii) acquire an overview of the requirements of handling and validation processes involving biological products; iv) acquire the concepts and equations that allow to characterize the operation and sizing equipment, v) be able to solve problems involving the separation processes studied.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Os processos biológicos
1.1 Processos biológicos de interesse industrial
1.2 Principais etapas dos processos biológicos: processamento inicial, bioreacção e processamento final
1.3 Processamento final: remoção celular, isolamento e purificação
2. Extração líquido-líquido e sólido-líquido
2.1 Processo de extração numa etapa simples
2.2 Extração em etapas múltiplas por processo contínuo em contracorrente e em fluxo cruzado
2.3 Cálculo do número de andares de equilíbrio numa cascata em contra corrente pelo método gráfico
2.4 Efeito do caudal de solvente (caudal mínimo)
3. Processos de separação por membranas
3.1 Nomenclatura e conceitos básicos
3.2 Diálise, permeação gasosa, osmose inversa, ultrafiltração, microfiltração
3.3 Projeto de sistemas de OI, MF e UF
4 Adsorção e permuta iónica
4.1 Adsorventes e resinas de permuta iónica
4.2 Equilíbrio de adsorção e cinética de permuta iónica: transporte interno e externo de massa
5. Separação de produtos biológicos por electroforese

3.3.5. Syllabus:

1. Biological processes
1.1 Biological processes of industrial interest
1.2 Main steps of the biological processes: initial processing , bioreaction and final processing
1.3 Final processing: cell removal, isolation and purification
2. Liquid- liquid and solid-liquid extraction
2.1 Extraction process in a simple step
2.2 Extraction multistep process for continuous countercurrent and crossflow
2.3 Calculation of the number of equilibrium stages in a countercurrent cascade by graphical method
2.4 Effect of solvent flow rate (minimum flow rate)
3. Membrane separation processes
3.1 Nomenclature and basic concepts
3.2 Dialysis, gas permeation, reverse osmosis, ultra-filtration, microfiltration
3.3 Applications, equipment and models for reverse osmosis
4. Adsorption and ion exchange
4.1 Adsorbents and ion exchange resins
4.2 Equilibrium adsorption and ion exchange
5. Separation of organic products by electrophoresis

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

Esta unidade curricular oferece as bases conceptuais para se entenderem os problemas de separação de misturas resultantes do processo biológico. Para cada operação unitária, numa primeira fase, introduzem-se os conceitos básicos de separação entre as fases envolvidas, dando-se especial relevo aos conceitos de transferência de massa, velocidade de transferência de massa e andar de equilíbrio (se aplicável). De seguida são aplicados os conceitos expostos ao dimensionamento de equipamentos e entendimento da estratégia mais adequada à separação. O aluno fica a conhecer e saber aplicar as ferramentas matemáticas e procedimentos para o projeto de uma unidade de separação face às características da alimentação que se pretende tratar. Por fim, analisam-se problemas de engenharia que envolvam a integração dos diferentes processos de separação.

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

This curricular unity provides the conceptual basis for understanding the problems of separating mixtures in Engineering. In each module it will be provided the basic concepts of separation between the phases involved, giving special emphasis to the mass transfer, mass transfer rate and equilibrium stage (if applicable). It will also be provided the required knowledge, namely mathematical procedures to be used by the students in the design of equipments or to evaluate their performance when operated at industrial scale. Finally, we analyze engineering problems involving the integration of different separation processes.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas. Nas aulas teóricas, de caráter essencialmente expositivo, são apresentados conceitos teóricos e situações reais, assim como são dados exemplos e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos. São enunciados casos práticos que são discutidos e resolvidos na aula pelos alunos. As aulas teórico-práticas destinam-se à resolução de problemas pelos alunos, onde se encoraja o trabalho e a discussão em grupo. Incentiva-se igualmente o estudo autónomo dos alunos. Avaliação por exame final, sob a forma de prova escrita sem consulta, com a duração de 3 horas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical and theoretical practices classes. The theoretical classes are intended to expose the syllabus of the course accomplished with illustrative examples of applications. The theoretical practices classes are used for solving problems and exercises. In these classes practical cases are discussed and solved in class by the students, where discussion and working in group are encouraged. The independent study is also encouraged. Evaluation of the course is performed through a final exam covering the whole syllabus with a weight of 100% in the final grade.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas teóricas, aquando da exposição dos conteúdos, relativamente aos processos de separação, purificação e conservação estudados. Procura-se explicar e demonstrar as equações de projecto da generalidade das operações unitárias estudadas, partindo de balanços materiais e/ou entálpicos e das equações fundamentais para descrever a transferência de calor e de massa. A forma como estas equações de projecto são obtidas pressupõe a participação activa dos estudantes, desafiando-os a aplicar os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares de ciências básicas de engenharia, nomeadamente fenómenos de transporte, introdução aos processos e termodinâmica. Nas aulas teórico práticas os estudantes são estimulados a resolver os problemas após breve discussão para compreender o enquadramento do problema. Durante a resolução dos problemas procura-se promover a discussão de forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. Os problemas propostos são orientados para a compreensão dos processos de separação estudados. Com a metodologia usada privilegia-se a iniciativa individual do aluno na resolução de problemas e na apreensão das dificuldades sentidas em detrimento da quantidade de problemas resolvidos pelo docente. Os estudantes são incentivados a resolver outros problemas existentes nas folhas de problemas disponibilizadas e a procurar esclarecimento das eventuais dúvidas surgidas junto dos docentes.

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

The teaching methodology used allows the student to acquire a solid foundation in the theoretical classes , during the exposition of the contents for the four separation processes studied. It seeks to explain and demonstrate the design equations of the unit operations studied, using material and/ or enthalpic balances and fundamental equations to describe heat and mass transfer processes. The way these design equations are derived presupposes the active participation of students, challenging them to apply the knowledge gained in basic sciences of engineering classes, namely transport phenomena, introduction to processes and thermodynamics. In theoretical practices classes students are encouraged to solve problems after a brief discussion to understand the framework of the problem. During the resolution of problems whenever possible the discussion is established in order to improve self-analysis and critical abilities of the students. The proposed problems are oriented to understanding the four separation processes studied. The used methodology privileges the individual student initiative in solving problems and in the apprehension of his difficulties, in relation to the amount of problems solved by the teacher. Students are encouraged to solve other problems among the problems available for resolution and seek clarification of any questions arising among teachers.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Handbook of Bioseparations, Satinder, Ahuja (ed.), Academic Press, San Diego, 2000.
2. Azevedo, E. G. e Alves, A. M., Engenharia de processos de separação. 1ª edição, IST Press. Lisboa, 2009.
3. Harrison, R. G.; Todd, P.; Rudge, S. R. e Petrides, D. P., Bioseparations Science and Engineering, Oxford University Press, USA, 2003.
4. Geankoplis, Christie J.,Transport processes and separation process principles (includes unit operations), 4ª edição, Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall PTR, 2003.
5. McCabe W.L., Smith J.C., Harriote P., Unit Operations of Chemical Engineering, 6ª edição, Mc Graw-Hill, 2001.
6. Baker, R.W.,Membrane Technology and Applications, John Wiley & Sons, 2004.
7. Mulder, M.,Basic principle of membrane technology, Kluwer Academic Publishers, 1991.

Mapa IV - Laboratório de Processos de Separação / Separation Processes Laboratory

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório de Processos de Separação / Separation Processes Laboratory

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

Maria João da Anunciação Moreira, PL: 90 horas

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

n.a.

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

Com esta unidade curricular pretende-se que os alunos: desenvolvam a capacidade de trabalhar em grupo;

adquiram prática laboratorial em unidades à escala laboratorial e piloto, que demonstram operações unitárias usadas em processos do ramo da indústria química e biológica; possam aplicar os conhecimentos de fenómenos de transporte, de termodinâmica e de processos de separação; sejam capazes de programar experiências; sejam capazes de analisar e criticar os resultados obtidos; adquiram prática na elaboração de relatórios escritos e na sua discussão oral. Pretende-se ainda desenvolver algumas competências genéricas, sendo de destacar: dotar os alunos de capacidade de comunicação, para a exposição de ideias e de problemas; dotar os alunos da capacidade de desenvolver relações interpessoais no seu grupo; incutir a preocupação pela qualidade; criar a capacidade de recolher, selecionar e interpretar informação relevante, aliada à capacidade de análise, síntese e formulação de opiniões.

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

With this curricular unit the students are intended to: develop the ability to work in group; acquire laboratory experience in units at lab and pilot scales, which show unit operations used in industrial chemical and biological processes; be able to apply the knowledge of transport phenomena, thermodynamics and separation processes; be capable to programme experiences; be able to analyze and criticize the experimental results; acquire practices in their writing reports and in their oral discussions. With this curricular unit we aim to develop some generic competences, especially the following ones: to provide students with communication skills, to expose ideas and problems; to provide students with the ability to develop interpersonal relationships in their group; instill a constant concern for quality; to create the ability to collect, select and understand relevant information in their training area, allied to the capacity of analysis, synthesis and formulation of opinions.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Os estudantes realizarão oito trabalhos experimentais:
Trabalho 1: Determinação do equilíbrio líquido-vapor para uma mistura binária
Trabalho 2: Destilação de uma mistura binária azeotrópica
Trabalho 3: Determinação experimental da rugosidade num tubo
Trabalho 4: Avaliação do desempenho de uma bomba e de um sistema de bombas associadas em série e em paralelo
Trabalho 5: Estudo do processo de filtração a pressão constante
Trabalho 6: Estudo do processo de sedimentação de suspensões de carbonato de cálcio
Trabalho 7: Estudo do processo de transferência de calor num permutador de tubos concêntricos
Trabalho 8: Secagem de um sólido húmido num secador de tabuleiros
Apresentação oral de Trabalhos
No final do semestre haverá uma aula para apresentações orais, onde cada grupo expõe um dos trabalhos experimentais realizados e que poderá incluir a análise de resultados experimentais de outros grupos. Após a apresentação seguir-se-á um período de discussão.

3.3.5. Syllabus:

The students will need to make eight experimental works:
Work 1: Determination of liquid-vapor equilibrium for a binary mixture
Work 2: Distillation of binary azeotropic mixture
Work 3: Experimental determination of pipe roughness
Work 4: Perfomance evaluation of a pump and pump system combined in serial and in parallel
Work 5: Study of constant pressure filtration process
Work 6: Study of sedimentation process of calcium carbonate suspensions
Work 7: Study of heat transfer process in a concentric tube heat exchanger
Work 8: Drying of solids in tray drier
Oral Presentations
At the end of the semester there will be a session for the oral presentations, where each group presents one of the experimental works and which can include the analysis of the other groups' experimental data. After the presentation there will be a discussion period which that will consist of a set of questions / answers asked individually to each group member.

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

Apesar de não existirem pré-requisitos para a inscrição nesta unidade curricular, os alunos são aconselhados a reverem os seus conhecimentos das matérias lecionadas nas disciplinas de Termodinâmica, Fenómenos de Transporte I e II e Processos de Separação. Considerando a diversidade de trabalhos que os alunos têm que efetuar, esta unidade curricular permite conjugar a prática laboratorial com os conceitos teóricos adquiridos em disciplinas fundamentais do plano curricular da licenciatura em Bioengenharia.

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

Although there are no prerequisites for enrollment in this curricular unit, students are advised to review their knowledge of the studied subjects taught in Thermodynamics, Transport Phenomena I and II and Separation Processes. Regarding the diversity of work that students have to effect, this curricular unit allows to combine lab

practice with acquired theoretical concepts in the fundamental curricular units of the Bioengineering degree curriculum.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante a aula experimental cada grupo é analisado tendo em consideração aspetos como: o comportamento, a responsabilidade, o funcionamento em equipa, o cumprimento das regras do laboratório e da disciplina, o desempenho/coordenação demonstrado na realização do trabalho, a utilização com aproveitamento do tempo da aula e a necessária preparação teórica para a realização experimental. No final da aula, os resultados obtidos são entregues ao docente e, cada elemento do grupo, tem que responder a questões escritas. A avaliação de cada trabalho tem em consideração os parâmetros relativos à componente experimental, a qualidade dos resultados obtidos, as respostas às questões escritas e a apreciação do relatório e sua discussão. Para obter aprovação na unidade curricular o aluno tem de ter ≥10 valores, resultante da média das nove avaliações (oito relativas aos trabalhos práticos e uma correspondente à apresentação oral), não podendo, no entanto, ter mais do que 2 avaliações negativas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

During experimental class each group is analyzed taking into account different aspectssuch as: behavior, responsibility, team functioning, fulfillment of the lab and discipline rules, performance/coordination shown in the development of the work, taking advantage of the class time and the necessary theoretical preparation for experimental execution. At the end of lesson, the acquired results are delivered to the teacher and, each group member must answer written questions. The evaluation of each work considers the parameters related to the experimental component, the quality of the results, the answers to written questions and the appreciation and the discussion of the report. In order to be approved in the unit curricular, the student must have a score ≥ 10 values, which are the result of the average of nine evaluations (eight relating to practical work and one corresponding to the oral presentation), however, the students should not have more than 2 negative marks.

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

Ao longo do semestre verifica-se que os alunos vão adquirindo uma maior capacidade para a análise e crítica dos resultados experimentais, vão tomando consciência da importância dos conteúdos teóricos lecionados em outras unidades curriculares e vão melhorando a sua capacidade de argumentação e de comunicação, entre outros aspetos. Neste sentido, a metodologia utilizada cumpre os seus objetivos.

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

Along the semester it is found that the students will acquire a better capacity for analyzing and criticizing experimental data, becoming aware of the importance of theoretical concepts taught in other disciplines and improving their ability of reasoning and communication, among other aspects. In this sense, the used methodology reaches its objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Çengel, Y.A. e Cimbala, J.M., Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, McGraw-Hill Companies, Inc., 2006.
2. Coulson, J.M. e Richardson, J.F., Chemical Engineering (vol. 2), 2ª edição, Pergamon Press Inc., New York, 1968.
3. Ibarz, A. e Barbosa-Cánovas, G.V., Unit Operations in Food Engineering (Food Preservation Technology Series), CRC Press, Boca Raton, Florida, 2003.
4. Incropera, F.P., DeWitt, D.P., Bergman, T.L. e Lavine, A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6ª edição, John Wiley & Sons, 2007.

Mapa IV - Laboratório de Tecnologias Biológicas / Biological Technologies Laboratory

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório de Tecnologias Biológicas / Biological Technologies Laboratory

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

Ana Cristina Araújo Veloso, PL: 90 horas

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

n.a.

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

Os objetivos da unidade curricular passam por introduzir o aluno no campo da Tecnologia Biológica e Enzimática,

com especial ênfase na transformação biológica e enzimática industrial, cinética enzimática, métodos de imobilização de biocatalizadores e aplicação em reatores. Pretende-se que o aluno adquira as seguintes competências: i) reconhecer os principais processos enzimáticos e biológicos industriais; ii) determinar experimentalmente os parâmetros cinéticos do modelo de Michaelis-Menten para enzimas livres e imobilizadas; iii) determinar experimentalmente os parâmetros de modelos empíricos para reatores contínuos com enzimas imobilizadas; iv) operar processos biológicos e enzimáticos de produção industrial; v) implementar metodologias de purificação de compostos biológicos; vi) organizar e gerir a realização de trabalho em grupo e vii) reportar o trabalho realizado, discutir e analisar os resultados experimentais.

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

The objectives of the course undergo introducing the student in the field of Biological and Enzyme Technology, with special emphasis on the main biological and enzyme uses in industry, enzyme kinetics, biocatalysts immobilization methods and application in reactors. It is intended that students acquire the following skills: i) recognize the main biological and enzymatic processes in industry; ii) experimentally determine the Michaelis-Menten model kinetic parameters in both free and immobilized enzymes; iii) experimentally determine the parameters of empirical models for continuous reactors with immobilized enzymes; iv) operate biological processes and enzymatic industrial production; v) implement purification methods of biological compounds; vi) organizing and conducting group work and vii) report the performed work, discuss and analyze the experimental results.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O conteúdo programático consiste na realização de trabalhos experimentais em grupos de dois alunos. O trabalho experimental engloba a realização experimental, a elaboração do relatório escrito, e a análise e discussão dos resultados.

Trabalhos Experimentais a realizar:

1. Produção de amilases por Bacillus sp. e hidrólise de amido pela ação da enzima produzida
2. Análise da cinética da amílase livre e imobilizada em reator fechado
3. Operação em contínuo de reatores com biocatalizadores imobilizados
4. Processamento enzimático na produção de queijo
5. Extração e caracterização de DNA bacteriano

3.3.5. Syllabus:

The syllabus consists of experimental work in groups of two students. The experimental work includes the execution of experiments, preparation of the written report, and analysis and discussion of experimental results.

Experimental work to be carried out:

1. Amylase production by Bacillus sp. and starch hydrolysis by the action of the produced enzyme
2. Analysis of the kinetics of free and immobilized amylase in batch reactor
3. Operation in continuous reactors with immobilized biocatalysts
4. Enzymatic processing in cheese production
5. Extraction and characterization of bacterial DNA

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

As aulas laboratoriais permitem aos alunos contactarem com técnicas laboratoriais básicas e aplicarem e consolidarem, pela aplicação prática, conceitos teóricos adquiridos noutras UC. No trabalho 1 contactam com os processos fermentativos de produção de enzimas de interesse comercial. No trabalho 2 determinam experimentalmente os parâmetros cinéticos do modelo Michaelis-Menten e a influência da imobilização. No trabalho 3 comparam a eficiência de conversão de dois tipos de reatores a operar em modo contínuo. Os trabalhos 4 permite contactar com biotransformações industriais. O trabalho 5 permite implementar métodos de purificação de compostos biológicos. Após a execução de cada trabalho prático e entrega do respetivo relatório é feita uma discussão oral por grupo. Com a execução experimental, elaboração do relatório e discussão oral pretende-se que o aluno adquira a capacidade de trabalhar em grupo, reportar o trabalho realizado e discutir e analisar os resultados experimentais.

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

The laboratory (PL) classes allow students to contact with the basic laboratory techniques and apply and consolidate, through experimental application, the theoretical concepts acquired in other UC. In work 1 they contact with fermentation production processes of commercially relevant enzymes. In work 2 they experimentally determine the kinetic parameters of the Michaelis-Menten model and the influence of immobilization. In the work 3 they compare the conversion efficiency of two types of reactors operating in continuous mode. Works 4 enable the contact with industrial biotransformations. Work 5 allows implementing methods for purification of compounds. After the execution of each laboratory work and respective report, an oral discussion with each group is carried out. With the experimental work, report and oral discussion, it is intended that the student acquires the ability to work in a group, report the work, and discuss and analyze the experimental results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas laboratoriais onde são realizados, por grupo, os vários trabalhos práticos. Durante as aulas os alunos são confrontados com questões pertinentes de modo a avaliar como se prepararam para a realização do trabalho e potenciar a compreensão dos conhecimentos adquiridos. Ao fim da realização de cada trabalho é feita uma discussão oral onde são discutidos os conceitos teóricos e os resultados obtidos. É ainda analisado o relatório elaborado. A avaliação é contínua e tem em conta: (i) Avaliação dos Trabalhos Experimentais: 5 Relatórios resumidos (A-35%) e discussão oral (B-30%); (ii) Avaliação da Aula Experimental: Desempenho nas aulas laboratoriais (C-15%); (iii) Avaliação da Apresentação Oral dos resultados de um trabalho efetuado a realizar no final do semestre (D-20%). A classificação final é obtida pela soma das contribuições das várias componentes (0,35xA+0,30xB+0,15xC+0,20xD), não podendo o aluno ter mais do que 2 avaliações negativas na avaliação dos Trabalhos Experimentais.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Laboratory (PL) classes carrying out experimental works in small groups. In these students are confronted with relevant questions, for assessing the previous preparation for the experimental work, and enhancing the knowledge acquired by the students. After each work conclusion, an oral discussion is performed discussing the theoretical concepts involved, and the obtained results. The written reports are also evaluated. Continuous evaluation is performed taking into account: (i) Evaluation of Experimental Work: 5 summary reports (A-35%) and oral discussion (B-30%) (ii) Experimental Classroom Assessment: Performance in the laboratory classes (C-15%), (iii) Evaluation of an oral presentation of one work results that the student must carry out at the end of the semester (D-20%). The final classification is obtained by summing the contributions of the various components (0.35xA+0.30xB +0.15xC +0.20xD. The student can't have more than 2 negative ratings in the Experimental Works assessment.

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

As aulas práticas laboratoriais permitem que os objetivos desta unidade curricular sejam atingidos, uma vez que os trabalhos são executados em grupo e consistem na aplicação de conceitos da Tecnologia Biológica e Enzimática, nomeadamente do estudo da transformação biológica e enzimática industrial, da cinética enzimática e influência da imobilização dos biocatalizadores (incluindo as enzimas) nessa cinética. Nos três primeiros trabalhos é utilizada a bactéria Bacillus sp. como fonte da enzima amílase, sendo a reação estudada a hidrólise do amido pelas amílases produzidas. Com a realização do Trabalho Experimental 1 pretende-se que o aluno entenda a importância dos processos biológicos de obtenção de bioprodutos, neste caso a enzima amílase, e determine a atividade da enzima produzida. No Trabalho Experimental 2 são determinados os parâmetros cinéticos de Michaelis-Menten, sendo feita uma análise comparativa entre a reação com enzimas livres e imobilizadas em alginato de sódio. Os alunos apercebem-se assim, das vantagens e desvantagens da imobilização. No Trabalho Experimental 3 são aplicados conceitos de reatores sendo comparada a eficiência de conversão enzimática de enzimas imobilizadas num reator CSTR e PBR. O Trabalho Experimental 4 pretende demonstrar a importância dos processos biológicos e enzimáticos na indústria, sendo exemplificado pelo processamento enzimático no fabrico do queijo. Finalmente no Trabalho Experimental 5 são implementados métodos de extração e purificação de moléculas biológicas como o DNA. Nas aulas, os alunos devem organizar e gerir a realização do trabalho experimental, bem como reportar o trabalho realizado na forma de relatório. Por outro lado, as aulas de discussão permitem que os alunos desenvolvam a capacidade de discutir e analisar os resultados experimentais obtidos. A apresentação oral realizada no final do semestre permite verificar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes quer teóricos quer práticos para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.

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

The laboratory classes (PL) allow to meet the objectives of this course, given that the work is performed in small groups and consists of applying Biological and Enzyme Technology concepts, namely the study of industrial biological and enzymatic transformations, enzyme kinetics and biocatalysts (including enzymes) immobilization influence on kinetics. In the first three works Bacillus sp. is used as a source of amylase enzymes, with the study of starch hydrolysis by the produced amylases. With the completion of Experimental Work 1 it is intended that the student understands the importance of biological processes for the production of bio-products, in this case the amylase enzyme, and determines the activity of the produced enzyme. In Experimental Work 2 the kinetic parameters of Michaelis-Menten are determined, and a comparative analysis of the reaction with free and sodium alginate immobilized enzymes is performed. Students should understand the advantages and disadvantages of immobilization processes. In Experiment Work 3 reactor concepts are applied and the enzymatic conversion efficiency of immobilized enzymes in a CSTR reactor and PBR are compared. The Experimental Works 4 intended to demonstrate the importance of biological and enzymatic processes in the industry, exemplified by the enzymatic processing on cheese manufacture. Finally in the Experimental Work 5 methods of extraction and purification of biological molecules such as DNA are implemented.

In these classes, students have to organize and manage the progress of the experimental work, as well as report the performed experiment, in the form of a written report. On the other hand, the discussion classes allow students to develop the ability to discuss and analyze the experimental results. The oral presentation held at the end of the semester allows assessing whether the student has acquired sufficient knowledge, both theoretical and practical, to achieve the proposed outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Cabral, J.M.S., Aires-Barros, M.R., Gama, M., Engenharia Enzimática, Lidel, Lisboa, 2003.
2. Fonseca, M.M., Teixeira, J.A., Reactores biológicos: fundamentos e aplicações, Lidel, Lisboa, 2007.
3. Lima, N, Mota, M., Biotecnologia: Fundamentos e aplicações, Lidel, Lisboa, 2003.
4. Hartmeier, W., Immobilized biocatalysts: an introduction, Springer-Verlag, 1988.
5. Rehm, H. J., Reed, G.,«Enzyme Technology» in Biotechnology, VCH, 1987.
6. Messing, R. A., Immobilized enzymes for industrial reactors, Academic Press, 1976.
7. Bon, E.P.S., Ferrara, M.A., Corvo, M.L., Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicações e Mercado, Editora Interciência Ltda., Brasil, 2008.

Mapa IV - Sistemas de Gestão Ambiental/Environmental Management Systems

3.3.1. Unidade curricular:
Sistemas de Gestão Ambiental/Environmental Management Systems

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, T: 30 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular fornece aos alunos conhecimentos sobre Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Após uma introdução histórica ao tema apresenta-se a norma de referência – ISO 14001:2015 – seguindo uma abordagem de simulação de implementação de um SGA numa empresa industrial.
Pretende-se que os alunos i) adquiram conhecimentos que lhes permitam compreender os SGA, bem como dominar os requisitos e fundamentos da implementação de um SGA na indústria de acordo com a norma ISO 14001:2015; ii) aprendam metodologias de identificação e avaliação dos principais aspetos ambientais e impactos ambientais resultantes de uma determinada atividade; iii) adquiram a capacidade de resolução de problemas de carácter ambiental; iv) desenvolvam capacidades interpessoais ao nível da interação com outros alunos; iv) desenvolvam competências comunicacionais na apresentação e discussão dos trabalhos realizados.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course provides to students the knowledge about Environmental Management Systems (EMS). After a historical introduction to the subject, it is presented the reference standard - ISO 14001: 2015 - simulating the implementation of EMS in an industrial company.
It is intended that students i) acquire knowledge to understand the EMS as well as mastering the fundamentals and requirements of the implementation of an EMS in the industry according to ISO 14001: 2015; ii) learn identification methodologies and assessment of the main environmental aspects and environmental impacts of a particular activity; iii) acquire the ability to solve environmental problems; iv) develop interpersonal skills at the level of interaction with other students; iv) develop communication skills in the presentation and discussion of the work carried out.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Fundamentos dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Enquadramento histórico.
2. Motivação para a implementação de um SGA e para a Certificação Ambiental
3. A norma NP EN ISO 14001:2015. Relação com outros sistemas de gestão.
4. Identificação e avaliação dos aspetos e impactos ambientais
5. Principais requisitos legais em matéria de ambiente aplicáveis à indústria
6 . Os requisitos da norma NP EN ISO 14001:2015
7. Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria – EMAS. Principais características. Suporte legal. EMAS versus ISO 14001
8. Fundamentos da Auditoria Ambiental

3.3.5. Syllabus:
1. Fundamentals of Environmental Management Systems (EMS). Historical background.
2. Motivation for the implementation of an EMS and Environmental Certification
3. NP EN ISO 14001: 2015. Relationship with other management systems.
4. Identification and evaluation of environmental aspects and impacts
5. Main legal requirements relating to the environment applicable to industry
6. The requirements of NP EN ISO 14001: 2015
7. Community Eco-Management and Audit System - EMAS. Main features. Legal support. EMAS versus ISO 14001
8. Fundamentals of Environmental Audit

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

Na unidade curricular de Sistemas de Gestão Ambiental pretende-se que os alunos compreendam os SGA, e dominem os requisitos e fundamentos da implementação de um SGA na indústria de acordo com a norma ISO 14001:2015. Para o conseguir mostra-se necessário que se descrevam e analisem os principais requisitos normativos, particularmente os associados ao planeamento do SGA, como sejam a identificação e avaliação de aspetos ambientais. Mostra-se ainda essencial introduzi os alunos aos principais requisitos legais em matéria de ambiente e perceber os princípios básicos da realização de uma auditoria ambiental.

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

In the lecture of Environmental Management Systems it is intended that students understand the SGA, and master the fundamentals and requirements of the implementation of an EMS in the industry according to ISO 14001: 2015. To achieve this, it is necessary to describe and analyze the major standard requirements, particularly those associated with the planning of the EMS, such as the identification and evaluation of environmental aspects. It is also essential that students understand the main legal requirements relating to the environment and the basic concepts of conducting an environmental audit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Num período inicial da unidade curricular promove-se a exposição dos conteúdos de enquadramento do tema, recorrendo frequentemente à apresentação de exemplos. Posteriormente, os assuntos relacionados com os requisitos normativos são lecionados segundo um sistema de ensino por projeto, em que cada grupo de alunos, após escolher um sector de atividade industrial simula a implementação dos requisitos de planeamento do SGA de acordo com a norma ISO 14001.

Os alunos até à segunda semana de aulas devem optar por um dos dois sistemas de avaliação permitidos. No primeiro (avaliação tradicional), os discentes são avaliados por meio de um exame final, sem consulta. No segundo (avaliação contínua), os alunos são avaliados por meio de dois testes (nota mínima de 7,5 valores) durante o período letivo (que valem 30% cada) e pelo desempenho nas aulas (40%), nomeadamente na resolução do trabalho de grupo.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the initial period of the course the exposition method is adopted to introduce the theme of Environmental Management Systems (EMS), often resorting to the presentation of examples. Subsequently, the issues related to the standard requirements are taught according to a project oriented method: each group of students, after choosing an industrial activity sector, simulates the implementation of the EMS planning requirements according to ISO 14001.

Students until the second week of classes should opt for one of the two allowed assessment systems. In the first (traditional evaluation), the students are assessed through a final exam, without consultation. In the second (continuous assessment), students are assessed using two tests (minimum grade of 7.5 values) during the school year (worth 30% each) and performance in class (40%), particularly in resolving the group work.

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

A metodologia de ensino usada centra-se claramente no estudante, adoptando-se um sistema de ensino por projecto em que cada grupo de estudantes simula a implementação de um SGA numa unidade industrial. Ao longo da realização do trabalho os alunos são muitas vezes chamados a expor o trabalho realizado e a confrontá-lo com os trabalhos dos restantes colegas, fomentando-se a discussão. Desta forma, além de preparar o estudante para o contacto com os sistemas de gestão empresariais, e, em particular, dos SGA, pretende-se também desenvolver nos alunos: i) a capacidade de comunicar, expondo ideias e discutindo problemas; ii) a capacidade de trabalhar em grupo, desenvolvendo as relações interpessoais; iii) a preocupação pela qualidade e iv) a promoção da capacidade de recolher, selecionar e interpretar informação relevante na área do ambiente, aliada à capacidade de análise, síntese e formulação de opiniões.

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

The teaching methodology focuses clearly on the student, assuming a teaching system by project, in which each student group simulates the implementation of an EMS in an industrial unit. Throughout the completion of the work the students are often asked to explain the work and confront him with the work of other colleagues, encouraging the discussion. Thus, in addition to preparing students for contact with enterprise management systems, and in particular, the SGA, it also intends to develop in students: i) the ability to communicate, exposing ideas and discussing problems, ii) ability to work in a team, developing interpersonal relationships; iii) the concern for quality and iv) promoting the ability to collect, select and interpret relevant information in the area of the environment, coupled with the capacity for analysis, synthesis and formulation of opinions.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Miller, Jr,G.T. e Spoolman, S.E., Living in the Environment: Concepts, Connections, and Solutions, Cengage Learning, 16ª edição, 2008 ISBN 978-0495556718.
2. Whitelaw, K., ISO 14001 Environmental Systems Handbook, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2ª edição, 2004, ISBN 0 7506 4843 0.
3. Ramos A, Viegas, I.F., Freitas J., Guimarães Sá, J., Segurado M.T., Batista R. e Meister S. Guia Interpretativo NP EN ISO 14001:2004, APCER 2006.
4. Norma NP EN ISO 14001:2015. Sistemas de gestão ambiental. Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização (ISO 14001:2015).
5. Norma Portuguesa. NP EN ISO 19011 2012. Linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão (ISO 19011:2011)
6. Regulamento (CE) n.º 1221/2009, de 25 de novembro (EMAS III).
7. Legislação ambiental diversa.

Mapa IV - Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos/Atmosph. Pollution and Air Emissions Treat.

3.3.1. Unidade curricular:
Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos/Atmosph. Pollution and Air Emissions Treat.

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, T: 15 horas; TP: 30 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular fornece aos alunos conhecimentos sobre os principais problemas associados à poluição atmosférica e sobre os processos mais comuns de tratamento de efluentes gasosos. Após uma introdução ao tema da poluição atmosférica, são identificados os principais poluentes e são descritos os principais sistemas de tratamento de efluentes gasosos.
Pretende-se que no final da frequência desta unidade curricular os alunos: i) estejam sensibilizados e compreendam as principais ameaças em termos de poluição atmosférica; ii) identifiquem e saibam o efeito dos principais poluentes atmosféricos com origem antropogénica; iii) identifiquem e percebam o funcionamento dos principais sistemas de controlo das emissões industriais para a atmosfera; iv) conheçam os principais requisitos legais em matéria de poluição do ar.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course provides students with knowledge of the main problems associated with air pollution and with the most common methods of treatment of gaseous effluents. After an introduction to the issue of air pollution, it is described and characterized the main industrial gaseous emissions treatment systems for the main pollutants.
It is intended that at the end of the frequency of this course students should: i) be aware and understand the main threats in terms of air pollution; ii) identify and know the effects of major air pollutants with anthropogenic origin; iii) identify and understand the functioning of main industrial gaseous emissions treatment systems; iv) know the main legal requirements associated with the air pollution.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Principais problemas ambientais associados à poluição atmosférica;
2. Qualidade do ar. Indicadores da qualidade do ar;
3. Principais contaminantes, métodos de análise e seus efeitos no meio ambiente;
4. Legislação ambiental em matéria de ar e efluentes gasosos;
5. Amostragem industrial;
6. Sistemas de tratamento de efluentes gasosos. Descrição do equipamento. Características Principais. Vantagens, aplicações e custos;
6.1 Sistemas de remoção de partícula;
6.2 Sistemas físico-químicos de tratamento de poluentes gasosos;
6.3 Sistemas biológicos de tratamento de poluentes gasosos;
6.4 Aplicações ao tratamento de efluentes gasosos industriais.

3.3.5. Syllabus:
1. Main environmental problems associated with air pollution;
2. Air Quality. Indicators of air quality;
3. Main contaminants, methods of analysis and their effects on the environment;
4. Environmental legislation associated to the air and gaseous effluents;
5. Industrial sampling of gaseous emissions;

6. Treatment systems of gaseous effluents. Description of the equipment. Key features. Advantages, main utilizations and costs;
6.1 Aerosols treatment systems;
6.2 Physical-chemical treatment systems of gaseous pollutants;
6.3 Biological treatment systems of gaseous pollutants;
6.4 Applications to treatment of gaseous industrial emissions.

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

Na unidade curricular de Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os principais problemas associados à poluição atmosférica e sobre as tecnologias mais comuns de tratamento das emissões gasosas industriais. Para o conseguir mostra-se necessário que se descrevam os principais contaminantes atmosféricos, o seu efeito no ambiente e o método de análise, e se perceba o enquadramento legal em matéria de ar e emissões gasosas, o que é lecionado nos primeiros quatro capítulos do programa.
Posteriormente são descritos os principais processos utilizados na amostragem e no tratamento de efluentes gasosos industriais, o que permite perceber o modo de controlo de poluição atmosférica comummente utilizada ao nível industrial, conforme é objetivo da unidade curricular.

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

In the course of Atmospheric Pollution and Air Emissions Treatment it is intended that students acquire knowledge of the main problems associated with air pollution and about the most common treatment technologies of industrial air emissions. To achieve this it is necessary to describe and understand the main atmospheric contaminants, their effect on the environment and the method of analysis, and realize the legal framework of air and atmospheric pollution, which is taught the first four chapters of the program.
Later it is described the main processes used in the sampling and treatment of industrial waste gases, allowing realize the air pollution control commonly used at the industrial level, as is goal of the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição dos conteúdos recorrendo sempre que possível à apresentação de exemplos práticos e aulas teórico-práticas onde são resolvidos problemas de aplicação. Nas aulas teórico-práticas, após uma discussão genérica sobre os problemas, os alunos são incentivados a prosseguir com as suas resoluções, sendo no final feita uma discussão dos resultados obtidos. A avaliação é feita por exame final constituído por uma prova escrita individual.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes exposing the contents of the curricular unit using wherever possible the presentation of practical examples. In theoretical practices classes, after a general discussion about the problems, students are encouraged to continue with its resolutions and at the end a discussion of the results is made.
The evaluation is done by a final exam and consists of a written exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas de exposição dos conteúdos, que serão aplicados nas aulas teórico-práticas, através da resolução de problemas e da promoção da discussão por forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. Os problemas propostos são orientados para a compreensão do fenómeno de poluição atmosférica e dos sistemas de tratamento de efluentes gasosos. Sempre que possível serão apresentados problemas que decorrem de situações reais, por forma a tornar o ensino mais aplicado.

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

The used teaching methodology allows students to acquire a solid theoretical foundation in the exposure classes of content that will be applied in practical classes by solving problems and in the promoting the discussion in order to develop the capacity for critical analysis of the students. The proposed problems are oriented to understanding the phenomenon of air pollution and the treatment of industrial air emissions Whenever possible, problems will be presented arising from real situations in order to foment the applied learning.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Schnelle Jr., Karl B.; Brown, Charles A. Air pollution control technology handbook. CRC Press, 2002, ISBN 0-8493-9588-7
2. Cheremisinoff, Nicholas P. Handbook of air pollution prevention and control. Elsevier, 2002, ISBN 0-7506-7499-7
3. De Nevers, Air Pollution Control Engineering:, N 2000 Ed. McGraw- Hill
4. European IPPC Bureau. Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Menagement Systems in the Chemical Sector. Integrated Pollution Prevention and Control. Sevilha,

2003.

Mapa IV - Poluição da Água e Tratamento de Efluentes Líquidos/ Water Pollution and Wastewater Treatment

3.3.1. Unidade curricular:
Poluição da Água e Tratamento de Efluentes Líquidos/ Water Pollution and Wastewater Treatment

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, T: 15 horas; TP: 15 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
António Luís Pereira do Amaral, T: 15 horas; TP: 15 horas

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular fornece aos alunos conhecimentos sobre os principais problemas associados à poluição da água e sobre os processos mais comuns de tratamento de efluentes líquidos. Após uma introdução ao tema da poluição da água, são identificados os mais importantes poluentes e são descritos os principais sistemas de tratamento de efluentes líquidos.
Pretende-se que no final da frequência desta unidade curricular os alunos: i) percebam o funcionamento das principais tecnologias físico-químicas e biológicas de controlo de poluição de efluentes líquidos; ii) saibam dimensionar os principais processos de tratamento de efluentes descritos; iii) conheçam os principais requisitos legais em matéria de água; iv) percebam o funcionamento geral de uma ETAR e v) identifiquem e compreendam a importância da componente biótica destes sistemas.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course provides students with knowledge of the main problems associated with water pollution and the most common methods of treating wastewater. After an introduction to the theme of water pollution, the main pollutants are identified and the most important wastewater treatment systems are described.
It is intended that at the end of the frequency of this course students should: i) understand the functioning of the main wastewater treatment technologies; ii) dimension some of the described wastewater treatment processes; iii) know the main legal requirements about water; iv) understand the operation of a wastewater treatment plant and v) identify and understand the importance of the biotic component of such systems.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Principais problemas ambientais associados à poluição da água.
2. Características das águas residuais: principais contaminantes e efeitos no meio ambiente.
3. Legislação ambiental em matéria de água e efluentes.
4. Sistemas de tratamento de efluentes líquidos.
4.1 Tratamento preliminar
4.2. Tratamento primário
4.2 Tratamento secundário
4.3 Desinfeção
4.4 Tratamento de lamas
4.5 Sistemas de desodorização
4.6 Aplicações ao tratamento de efluentes industriais e domésticos
5. Fundamentos dos processos biológicos de tratamento
5.1 Componente biótica dos processos biológicos.
5.2 Sistemas de biomassa suspensa e fixa
5.3 Sistemas de tratamento aeróbios e mistos
5.4 Sistemas de tratamento anaeróbios

3.3.5. Syllabus:
1. Main environmental problems associated with water pollution;
2. Characteristics of wastewater: main contaminants and their effects on the environment;
3. Environmental legislation in the field of water and wastewater;
4. Systems of wastewater treatment;
4.1 Preliminary treatment;
4.2. Primary treatment;
4.2 Secondary treatment;
4.3 Disinfection;
4.4 Sludge treatment;
4.5 Deodorizing systems;
4.6 Applications to industrial and domestic wastewater.

5. Fundamentals of biological treatment processes
5.1 Biotic component of biological processes
5.2 Suspended and fixed systems
5.3 Fixed and aerobic treatment systems
5.4 Anaerobic treatment systems

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

Na presente unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os principais problemas associados à poluição da água e sobre os processos mais comuns de tratamento de efluentes líquidos. Para o conseguir, mostra-se necessário que se descrevam e compreendam os principais contaminantes do meio hídrico e se perceba o enquadramento legal em matéria de efluentes, o que é lecionado nos primeiros 3 capítulos do programa.
Posteriormente são descritos os principais processos utilizados no tratamento de efluentes e que constituem as principais operações unitárias utilizadas nas ETAR, assim como os principais processos biológicos. Os fundamentos do tratamento biológicos são, seguidamente, introduzidos e os principais processos de tratamento biológico caracterizados. A aquisição destes conteúdos permite ao aluno adquirir uma visão integrada do funcionamento destas unidades de tratamento, conforme é objetivo da unidade curricular.

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

In the course of Water Pollution and Wastewater Treatment it is intended that students acquire knowledge of the main problems associated with water pollution and the most common methods of wastewater treatment. To achieve this, it is necessary to describe and understand the main contaminants from the aquatic environment and realize the legal framework of water and wastewater, which is taught in the first three chapters of the program.
Later, it is described the main processes used in wastewater treatment, which constitute the main unit operations used in wastewater treatment plants (WWTP), as well as the main biological processes. The fundamentals of biological treatment are, subsequently, introduced and the main biological treatment processes characterized. The acquisition of these contents allows the student to acquire an integrated vision of the operation of these treatment units, as is goal of the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição dos conteúdos recorrendo sempre que possível à apresentação de exemplos práticos e aulas teórico-práticas onde são resolvidos problemas de aplicação. Nas aulas teórico-práticas, após uma discussão genérica sobre os problemas, os alunos são incentivados a prosseguir com as suas resoluções, sendo no final feita uma discussão dos resultados obtidos. A avaliação é feita por exame final constituído por uma prova escrita individual.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes lecturing the contents of the curricular unit using, whenever possible, the presentation of practical examples. In theoretical-practical classes, after a general discussion about the problems, students are encouraged to continue with its resolution and at the end a discussion of the results is made.
The evaluation is done by a final exam and consists of a written exam.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira bases sólidas nas aulas de exposição dos conteúdos, que serão aplicados nas aulas teórico-práticas, através da resolução de problemas e da promoção da discussão por forma a desenvolver a capacidade de análise crítica dos estudantes. Os problemas propostos são orientados para a compreensão do funcionamento integrado das estações de tratamento de águas residuais. Sempre que possível serão apresentados problemas que decorrem de situações reais, por forma a tornar o ensino mais aplicado.

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

The used teaching methodology allows students to acquire a solid theoretical foundation in the lecture classes of contents that will be applied in theoretical-practical classes, by solving problems and in promoting the discussion in order to develop the capacity for critical analysis of the students. The proposed problems are oriented to understanding the integrated operation of wastewater treatment plants. Whenever possible, problems will be presented arising from real situations in order to foment the applied learning.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton (Ed.) Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. American Public Health Association, 1998. ISBN: 0-87553-235-7 .
2. Grady, C. P. Leslie; Daigger, Glen T.; Lim, Henry C. (Ed.) Biological wastewater treatment. 2nd ed. New York. Marcel Dekker, 1999. ISBN: 0-8247-8919-9.

3. Droste, Ronald L. Theory and practice of water and wastewater treatment. New York, John Wiley, 1997. ISBN: 0-471-12444-3.
4. Hammer, Mark J.; Hammer Jr, Mark J. Water and wastewater technology. 3rd ed. Englewood Cliffs - Prentice Hall, 1996.
5. Metcalf & Eddy, Inc (Ed.) Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th ed. McGraw-Hill, 2003.
6. Eckenfelder, W. Wesley (Ed.) Activated sludge process design and control: theory and practice. Lancaster: Technomic Publishing, 1992.
7. Henze, M. Biological wastewater treatment: principles, modelling and design. Ed. Mogens Henze. London, IWA Publishing, 2008.

Mapa IV - Tratamento de Resíduos Sólidos / Solid Wastes Treatment

3.3.1. Unidade curricular:
Tratamento de Resíduos Sólidos / Solid Wastes Treatment

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Belmiro Pereira Mota Duarte, T: 7,5 horas; TP: 15 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
António Luís Pereira do Amaral, T: 7,5 horas; TP: 15 horas

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular fornece aos alunos conhecimentos sobre os principais problemas associados à produção de resíduos sólidos urbanos, industriais e hospitalares, enquadrando a sua regulamentação e introduzindo os processos mais comuns de tratamento de resíduos sólidos.
Pretende-se que no final da frequência desta unidade curricular os alunos: i)identifiquem os principais resíduos sólidos e o enquadramento legal para a sua gestão; ii) saibam caracterizar e classificar os diferentes resíduos sólidos; iii) reconheçam as metodologias de manuseamento, recolha, armazenamento e transporte de resíduos; iv) identifiquem as principais tecnologias de conversão e reciclagem dos resíduos; v) compreendam os mecanismos de decomposição de resíduos orgânicos e a tecnologia de compostagem; vi) compreendam o projeto e o processo de tratamento em aterros sanitários.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course provides students with knowledge of the main problems associated with the production of municipal, industrial and hospital solid wastes, framing its regulations and introducing the most common methods of solid waste treatment.
It is intended thus, that the students be able to: i) identify the main solid wastes and the legal framework for its management; ii) characterize and classify the different solid wastes; iii) recognize the methodologies for handling, collection, storage and transportation of wastes; iv) identify the key conversion and recycling technologies for waste; v) understand the decomposition mechanisms of organic wastes and composting technologies; vi) understand the project and the landfill treatment process.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Enquadramento legal, regulamentação e planos para a gestão de resíduos sólidos. Resíduos sólidos urbanos, industriais e hospitalares.
2. Produção e composição dos resíduos sólidos. Classificação dos resíduos sólidos. Propriedades físicas e químicas. Caracterização da perigosidade dos resíduos. Prevenção da produção de resíduos perigosos.
3. Manuseamento, recolha, armazenamento e transporte de resíduos urbanos, industriais e hospitalares. Separação e processamento de resíduos.
4. Tecnologias de conversão térmica, química e biológica de resíduos. Reciclagem de materiais.
5. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos. Conceitos. Mecanismos da decomposição da matéria orgânica. Fatores que afetam a compostagem. Vantagens e limitações da compostagem. Sistemas de compostagem.
6. Aterros sanitários e seu projeto. Processo biológico de tratamento e produção de biogás. Lixiviados e balanço hídrico. Localização dos sistemas de tratamento de resíduos sólidos. Critérios e recomendações.

3.3.5. Syllabus:
1. Legal framework, regulations and management plans for solid waste. Municipal, industrial and hospital solid wastes.
2. Production and composition of solid wastes. Classification of solid wastes. Physical and chemical properties. Wastes dangerousness. Prevention of hazardous waste production.
3. Handling, collection, storage and transport of municipal, industrial and hospital wastes. Waste separation and processing.
4. Thermal, chemical and biological waste conversion technologies. Recycling.

5. Composting of organic wastes. Concepts. Mechanisms of organic matter decomposition. Factors affecting the composting. Advantages and limitations of composting. Composting systems.
6. Landfills and landfill project. Biological treatment process and biogas production. Leachate and water balance. Location of solid waste treatment systems. Criteria and recommendations.

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

Nesta unidade curricular pretende-se com o primeiro capítulo, que o aluno seja capaz de identificar os principais resíduos sólidos (urbanos, industriais e hospitalares) e o enquadramento legal para a sua gestão. Já no capítulo dois pretende-se que o aluno saiba caracterizar física e quimicamente e classificar os diferentes resíduos sólidos, bem como identificar e prevenir as suas fontes de produção. O capítulo três aborda as metodologias de manuseamento, recolha, armazenamento e transporte de resíduos, bem como a sua separação e processamento. As principais tecnologias de conversão térmica, química e biológica, e de reciclagem dos resíduos são introduzidas no capítulo quatro. Seguidamente, no capítulo cinco são descritos os mecanismos de decomposição de resíduos orgânicos e a tecnologia, vantagens e desvantagens da compostagem. Finalmente, o processo de tratamento em aterros sanitários, o seu projeto, e a produção de biogás e lixiviados, serão caracterizados no capítulo seis.

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

In this course it is intended with the first chapter, that the student be able to identify the main solid wastes (urban, industrial and hospital) and the legal framework for its management. Furthermore, in chapter two it is intended that the student classifies and characterizes, physically and chemically, the different solid wastes, as well as identify and prevent its production sources. Chapter three discusses the methods of handling, collection, storage and transportation of waste, as well as their separation and processing. The main thermal, chemical and biological conversion technologies, and waste recycling, are introduced in chapter four. Further, chapter five describes the organic waste decomposition mechanisms as well as the composting technology, advantages and disadvantages. Finally, the landfills treatment process, its design, and the biogas and leachate production are featured in chapter six.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão orientadas para a compreensão das noções básicas da unidade curricular, sendo complementadas com aulas teórico-práticas para a resolução de questões. Nas aulas teóricas a exposição da matéria será efetuada através da utilização de um sistema de projeção de diapositivos em powerpoint. Nas aulas teórico-práticas são resolvidas fichas de trabalho sobre os diferentes capítulos lecionados. Os alunos são incentivados a participarem durante as aulas teóricas e teórico-práticas. No final das aulas teórico-práticas serão discutidas as respostas às questões propostas e aos tópicos enquadrados. Todo o material de estudo é disponibilizado através da plataforma moodle. Os alunos podem por uma das seguintes metodologias de avaliação: (i) avaliação contínua ou (ii) avaliação por exame final. A avaliação contínua será efetuada pela execução de mini-testes escritos periódicos. A avaliação por exame final será efetuada por um exame escrito no fim do semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lecture (T) classes will be targeted at understanding the theoretical foundations of the course, being complemented with practical (TP) classes for resolution of questions. In lecture classes the theoretical concepts exposition will be performed by Powerpoint slides projection. In the practical classes the different chapters exercise sheets are solved. Students are encouraged to participate with questions and comments during both lecture and practical classes. At the end of the practical classes it will be discussed the answers to the questions posed and framed topics. All study material is made available through the Moodle platform. Students can choose one of the following evaluation methodologies: (i) continuous evaluation or (ii) evaluation by final exam. Continuous evaluation will be accomplished by periodic written tests. The evaluation by final exam will be accomplished by a written exam at the end of the semester.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira as bases teóricas da unidade curricular nas aulas teóricas, sendo posteriormente aplicadas nas aulas teórico-práticas, através da resolução de questões. Assim, os conceitos teóricos são apresentados principalmente nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas, os alunos são incentivados a encontrar a solução as questões propostas nas fichas de trabalho, por si mesmos ou em grupo, orientados pelo docente. Deste modo, será promovida a discussão das questões propostas nas aulas teórico-práticas, assim como do tópico em análise, por forma a desenvolver o espirito crítico dos alunos. As fichas de trabalho são compostas por exercícios que cobrem toda a matéria lecionada, correspondendo em número a cada um dos seis capítulos enunciados nos conteúdos programáticos e, desta forma, com os objetivos de aprendizagem definidos.

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

The teaching methodology allows students to acquire the theoretical foundations of the course in the lecture (T) classes, further applied in the practical (TP) classes, by solving questions. Thus, the theoretical concepts are mainly presented in the lecture classes. In the practical classes, students are encouraged to find the solution of the questions proposed in the exercise sheets, by themselves or in group, with teacher guidance. Discussion of the proposed questions will also be promoted in the practical classes, as well as the topic under review, in order to develop the students' critical analysis ability. The exercise sheets consist of exercises that cover the entire matter taught, corresponding to each of the six chapters set out in the syllabus and thus with the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Manual Prático para a Gestão de Resíduos, Verlag Dashofer, 2011.
2. Cossu, R.. Engineering of landfill barrier system, E & FN Spon, London, 1994.
3. Davis M. L. & Cornwell D.A. Introdution to Environmental Engineering McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1991.
4. Environmental Protection Agency. Solid Waste Disposal Facility Criteria, 40 CFR Part 258, Federal Register, 1991.
5. Tchobanoglous G. , Theisen H & Vigil S. A. Integrated Solid Waste Management. McGraw-Hill, International Editions, Singapore, 1993.
6. Environmental Protection Agency. Decision-Makers Guide to Solid Waste Management, Washington, DC., 1989.
7. Legislação diversa sobre resíduos sólidos.

Mapa IV - Laboratório de Tecnologias Ambientais/ Environmental Technologies Laboratory

3.3.1. Unidade curricular:
Laboratório de Tecnologias Ambientais/ Environmental Technologies Laboratory

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, PL: 90 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que os alunos que frequentam esta unidade curricular possam:
• desenvolver a capacidade de preparar e programar experiências a realizar;
• analisar e criticar os resultados experimentais obtidos;
• desenvolver a capacidade para trabalhar em grupo;
• aplicar os conhecimentos apreendidos nas unidades curriculares de tratabilidade de efluentes da licenciatura,
• contactar, em ambiente laboratorial, com algumas tecnologias de tratamento de efluentes líquidos;
• aprofundar e integrar os conhecimentos adquiridos através da pesquisa orientada para o dimensionamento de um sistema de tratamento aplicado a um caso concreto e à implementação de um trabalho experimental;
• desenvolver a capacidade de comunicar, expor e discutir os resultados obtidos no trabalho desenvolvido.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
It is intended that students attending this curricular unit can:
• develop the ability to prepare and plan laboratory experiments;
• analyze and critically evaluate experimental data obtained from experimental results;
• develop interpersonal skills, concerning the ability to work in groups;
• apply the knowledge learned in the environmental treatment lectures of the this cycle of studies;
• experiment, in a laboratory environment, some wastewater treatment technologies;
• strengthen and integrate knowledge acquired with research oriented to solve problems and/or to implement an experimental research work;
• develop the ability to communicate, present and discuss the main results obtained in the experimental work.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
1. Caracterização de efluentes industriais;
2. Sistemas biológicos de tratamento de efluentes;
3. Sistemas físico-químico de tratamento de efluentes;
4. Valorização anaeróbia de resíduos;
Nas aulas laboratoriais os alunos montam um piloto que permitirá estudar o tratamento de um efluente industrial num reator SBR (Sequential Batch Reactor) ou por um sistema de lamas ativadas com mistura perfeita. Estudam, ainda, o tratamento físico-químico de um efluente industrial e a valorização anaeróbia de resíduos industriais. Na realização dos trabalhos realizam diversas análises de caracterização dos efluentes.

3.3.5. Syllabus:

1. Characterization of industrial effluents;
2. Biological systems for wastewater treatment;
3. Physical-chemical systems for wastewater treatment;
4. Anaerobic valorization of waste;
In laboratory classes students ride a pilot study that will allow the treatment of an industrial effluent in a SBR (Sequential Batch Reactor) or by an activated sludge CSTR. They also design the physico-chemical treatment of an industrial effluent and the anaerobic valorization of industrial wastes. During the laboratorial projects students perform various analytical characterizations of wastewater.

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

Os conteúdos permitem aos estudantes aprofundar os seus conhecimentos de tratabilidade de efluentes líquidos, nomeadamente em sistemas de lamas ativadas e em processos de coagulação/ floculação, realizando atividades laboratoriais em unidades à escala piloto. Os trabalhos laboratoriais selecionados permitem aos estudantes a aplicação de conhecimentos teóricos adquiridos em unidades curriculares sobre tratabilidade de efluentes. O modo de funcionamento da unidade curricular, por projeto e em trabalho de grupo, permite desenvolver a capacidade de "saber fazer", incutindo nos estudantes a necessidade de mobilizar os conhecimentos, habilidades e atitudes para o trabalho de uma forma autónoma, apelando à iniciativa própria.

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

The contents allow students to deepen their knowledge of wastewater treatability, particularly in activated sludge systems and processes of coagulation / flocculation, performing laboratory activities in pilot scale units. The chosen laboratory works allow students to apply theoretical knowledge obtained in curricular units of the 1st cycle and deepened under this discipline. The mode of operation of the course, by project and group work develops the "know-how" ability, instilling students with the need to mobilize the knowledge, skills and attitudes to work in an autonomous way.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino desta UC inclui um primeiro módulo em que são apresentados e aprofundados os conteúdos teóricos de suporte aos trabalhos laboratoriais e é promovida a discussão e a realização de exercícios de aplicação pelos alunos de forma autónoma. Segue-se um segundo módulo, orientado para a realização de experiências em unidades piloto de tratamento de efluentes, em que o ensino é realizado por projeto. Cada grupo, após montar a instalação piloto, realiza e planeia as experiências de forma autónoma, introduzindo os estudantes à realização de trabalhos de iniciação investigação. A avaliação desta disciplina é constituída por 2 componentes: teórica (5 valores, mínimo 2) realizada por um teste de avaliação versando a matéria lecionada no módulo teórico inicial e laboratorial (15 valores), incidindo sobre o desempenho dos alunos nas aulas laboratoriais, a forma como planeiam as experiências, os relatórios elaborados e a apresentação dos trabalhos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology of this course includes a first module in which are presented the theoretical contents and it is promoted the autonomous resolution of application exercises by the students. The second module consists in laboratory classes, oriented to conducting experiments on wastewater treatment pilot plant, in which the teaching is done by project. Each group, after mounting the pilot plant, conducts and arranges experiments independently, introducing students to an initiation of research work. The assessment of this course consists of two components: theoretical (5 values, 2 min) done by a test based in subjects taught in the first module, and laboratory (15 values) focusing on the performance of students in laboratory classes, the way they plan experiments, the quality of the reports and the work presentation.

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

A metodologia de ensino usada permite que o estudante adquira conhecimentos de dimensionamento de sistemas biológicos de tratamento de efluentes, aprofundando as noções adquiridas na unidade curricular de Poluição da Água e Tratamento de Efluentes Líquidos. Para o efeito são deduzidas as equações de projeto destes sistemas, sendo os estudantes levados a participar ativamente na resolução de vários exemplos de aplicação, sendo promovida a discussão de forma a desenvolver a compreensão e a capacidade de análise crítica dos estudantes. Nas aulas laboratoriais os estudantes, integrados num grupo (2-3 elementos), realizam os trabalhos experimentais de forma autónoma. No início do módulo laboratorial é-lhes indicado um tipo de efluente industrial e um sistema de tratamento a utilizar, e cabe a cada grupo de alunos a tarefa de efetuar a montagem da instalação, a definição das variáveis chave a controlar, o planeamento das experiências, bem como a reprogramação das mesmas em função dos resultados obtidos. Os estudantes são, assim, levados a preparar a execução do projeto, distribuindo tarefas entre os vários elementos do grupo e pesquisando/estudando as metodologias a usar. Nas aulas os estudantes são avaliados relativamente a parâmetros importantes para o sucesso das atividades experimentais, tais como: desempenho, tempo e organização entre os elementos do grupo na execução experimental, autonomia responsável, qualidade dos resultados obtidos, assim como a sua defesa e sustentação. Ao longo da execução de

cada trabalho os estudantes vão sendo confrontados com questões no âmbito do trabalho realizado para avaliar do conhecimento teórico de cada elemento do grupo que sustenta o trabalho que se encontram a realizar. A metodologia de ensino usada, por projeto, promove uma atitude ativa e participativa por parte do aluno. O processo de aprendizagem resulta da atividade que os estudantes desenvolvem na resolução do problema de tratabilidade de efluentes proposto, utilizando informação de base que lhes é transmitida no módulo teórico inicial. Desta forma incentiva-se os alunos trabalhar autonomamente para construir o seu próprio saber, estimulando-se a capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos, bem como a iniciativa individual e o trabalho em grupo, competências reconhecidas como essenciais pela Declaração de Bolonha. Considera-se, assim, que a metodologia de ensino usada tem vindo a revelar-se adequada aos objetivos propostos para esta unidade curricular.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodology used allows the student to acquire knowledge in the design of wastewater biological treatment systems, deepening the concepts acquired in Water Pollution and wastewater treatment classes. For this purpose the design equations are deduced and students actively participate in the resolution of various application examples, to develop their understanding and capacity for critical analysis. In laboratory classes students, integrated in small groups (2-3 members) perform experimental work autonomously. At the beginning of the laboratory module, it is indicated a type of industrial effluent and treatment system to be used. It is up to each group of students the task of carrying out the installation, the definition of the key variables to control, the planning of experiments and the reprogramming of the same, as function of the results obtained. Students are thus motivated to prepare for implementation of the project, distributing tasks among the various elements of the group and researching/ studying the methodologies to use. In class students are evaluated in important aspects to guarantee the success of experimental activities, such as: individual performance carrying out the experiments, time and organization among the group members in the experimental implementation, responsible autonomy, quality of results, as well as its defense and support. Throughout the execution of each work students are confronted with issues based in the carried out work, in order to evaluate the theoretical knowledge of each member of the group. The teaching methodology used, by Project, promotes an active and participatory attitude by the part of the student. The learning process results from the activity that students develop in solving the problem of effluent treatability proposed, using the information that is transmitted to them in the initial theoretical module. Thus it encourages students to work independently to build their own knowledge, stimulating the capacity of problem solving, as well as individual initiative and teamwork, skills recognized as essential by the Bologna Declaration Thus, it is considered that the teaching methodology used is appropriate to the learning outcomes proposed for this lecture.

3.3.9. Bibliografia principal:
Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton (Ed.) Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. American Public Health Association, 1998. ISBN: 0-87553-235-7
C. P. Leslie Grady, Glen T. Daigger, Henry C. Lim (Ed.) Biological wastewater treatment. 2nd ed. New York. Marcel Dekker, 1999. ISBN: 0-8247-8919-9
Ronald L. Droste. Theory and practice of water and wastewater treatment. New York: John Wiley, 1997. ISBN: 0 471-12444-3
Mark J. Hammer, Mark J. Hammer Jr. Water and wastewater technology. 3rd ed. Englewood Cliffs - Prentice Hall, 1996. ISBN: 0-13-205626-7
Metcalf & Eddy, Inc (Ed.) Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th ed. McGraw-Hill, 2003 ISBN: 0-07-112250-8
W. Wesley Eckenfelder (Ed.) Activated sludge process design and control: theory and practice. Lancaster: Technomic Publishing, 1992. ISBN: 87762-889-0

Mapa IV - Valorização de Resíduos / Waste Valorization

3.3.1. Unidade curricular:
Valorização de Resíduos / Waste Valorization

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Miguel Moura Neves de Castro, T: 15 horas; TP: 15 horas

3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro, TP 15 horas

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular fornece aos alunos conhecimentos sobre estratégias relevantes de suporte de bioeconomia, economia circular e desenvolvimento sustentado.
Pretende-se que no final da frequência desta unidade curricular os alunos: i) identifiquem os princípios básicos da bioeconomia; ii) percebam a importância da bioeconomia na estratégia da União Europeia, Europa 2020; iii)

identifiquem e compreendam metodologias e processos de valorização de resíduos em diversos sectores industriais.

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

This course provides students with knowledge of relevant strategies to support bio-economy, circular economy and sustainable development.
It is intended that at the end of the frequency of this course students should: i) identify the basic principles of bioeconomy; ii) realize the importance of the bioeconomy in the European Union strategy, Europe 2020; iii) identify and understand methodologies and processes of waste valorization in various industrial sectors.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Os princípios básicos da bioeconomia e da economia circular.
2. A iniciativa emblemática da estratégia Europa 2020: "uma Europa eficiente em termos de recursos".
3. A valorização de resíduos como estratégia de suporte da bioeconomia.
4. Valorização de resíduos – estudo de casos:
4.1 - A valorização de resíduos na indústria agroalimentar;
4.2 - A valorização de resíduos na indústria têxtil;
4.3 - A valorização de resíduos na indústria da pasta e do papel;
4.4 - A valorização de resíduos na indústria cerâmica;
4.5 - A valorização de resíduos na indústria química;
4.6 - A valorização de resíduos na indústria da madeira e da cortiça.

3.3.5. Syllabus:

1. The basic principles of bioeconomy and circular economy.
2. The flagship initiative of the Europe 2020 Strategy: "a resource-efficient Europe".
3. The valorization of waste as bioeconomy support strategy.
4. The valorization of waste - case studies:
4.1 - The valorization of waste in the food industry;
4.2 - The valorization of waste in the textile industry;
4.3 - The valorization of waste in the pulp and paper industry;
4.4 - The valorization of waste in the ceramics industry;
4.5 - The valorization of waste in the chemical industry;
4.6 - The valorization of waste in the wood and cork industry

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

Nesta unidade curricular pretende-se com os primeiros capítulos, que o aluno seja capaz de perceber os princípios básicos da bioeconomia e da forma como este conceito se integra na estratégia da União Europeia Europa 2020. Posteriormente, pretende-se que através de estudos de caso os alunos tomem contacto com projetos de valorização de recursos em alguns dos setores mais relevantes na indústria em Portugal.

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

In this course it is intended in the first chapters that students are able to understand the basic principles of bioeconomy and how this concept is integrated in the European Union strategy, Europe 2020.
Subsequently, it is intended that through case studies students take contact with waste valorization projects developed in some sectors more relevant in the Portuguese industry.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão orientadas para a compreensão das noções básicas da unidade curricular. Nas aulas teóricas-práticas serão expostos estudos de caso que motivarão a realização de trabalhos de grupo por parte dos alunos.
Os alunos são incentivados a participarem durante as aulas teóricas e teórico-práticas. A avaliação terá uma componente contínua suportada na realização, apresentação e discussão dos trabalhos de grupo sobre um caso de estudo. A componente de avaliação individual será efetuada por um teste escrito no fim do semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures will be targeted at understanding the basics of the course. In theoretical and practical classes will be presented case studies that will motivate the realization of group works by the students.
Students are encouraged to participate during theoretical and practical classes. The evaluation will be supported in a continuous component based on the realization, presentation and discussion of the group work about a case study. The individual component will be evaluated by a written test at the end of the semester.

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

Nesta unidade curricular é utilizada uma metodologia de aprendizagem ativa e colaborativa com a lecionação dos fundamentos, seguida da apresentação de estudos de caso que servirão de exemplo como a economia circular poderá ser determinante num futuro próximo no mundo empresarial. Os alunos são integrados em grupo para o desenvolvimento de trabalhos com o objetivo de definir estratégias para reduzir, reutilizar, recuperar e reciclar resíduos recorrendo a tecnologias essencialmente de base biotecnológica.
Esta abordagem facilita e incentiva a aprendizagem, bem como potencia a sensibilização para a inovação e empreendedorismo no que diz respeito à reutilização sustentável e rentável dos produtos, como agentes essenciais na implementação da circularidade da economia.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
An active and collaborative methodology is used in this unit course, which includes the teaching of foundations followed by the presentation of case studies that will serve as example as the circular economy can be decisive in the near future in the business world. Students are integrated in groups for the development of work in order to define strategies to reduce, reuse, recover and recycle waste using technologies of biotechnology-based essentially.
This approach facilitates and encourages learning and enhances the awareness of innovation and entrepreneurship to the sustainable re-use and cost-effective products, as key attitudes in implementing the circularity of the economy.

3.3.9. Bibliografia principal:
1. European Commission - Directorate-General for Research and Innovation (2014) Where next for the European bioeconomy? ISBN 978-92-79-40770-3
2. European Commission (2014) The European Bioeconomy in 2030 Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges
3. Stessel, R., Recycling and Resource Recovery Engineering: Principles of Waste Processing, (1996) Berlín: Springer Ver.
4. Chongrak, P., Organic Waste Recycling: Technology and Management,(1996) Chichester: J.Wiley and Sons
5. Forbes R McDougall, Peter R White, Marina Franke, Peter Hindle, Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory, (2001) 2nd Ed., Blackwell Publishing Ltd
6. Albrecht, J. et.al. 2010. The Knowledge Based Bio-Economy (KBBE) in Europe: Achievements and Challenges, Full Report.

Mapa IV - Estágio/Projeto / Internship/Project

3.3.1. Unidade curricular:
Estágio/Projeto / Internship/Project

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro, E: 600 horas; OT: 15 horas

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

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os alunos que realizem Estágio devem:
Adquirir experiência relevante em contexto industrial/ empresarial;
Aplicar em contexto empresarial conhecimentos e técnicas adquiridas anteriormente;
Trabalhar em equipa e comunicar eficientemente;
Planificar o trabalho, definir metas e objetivos e estabelecendo prioridades cumprir os prazos estabelecidos;
Ter uma perspetiva interdisciplinar e integradora;
Desenvolver competências pessoais para evoluir profissionalmente;
Desenvolver as tarefas de forma profissional, respeitando as regras de funcionamento da empresa que o acolhe;
Ter a capacidade de escrever um relatório final de estágio de forma objetiva e clara, usando uma escrita técnico-científica rigorosa.
Em alguns casos, e sempre que for vontade do aluno, o Estágio pode ser substituído por um Projeto a desenvolver nas instalações do ISEC com caraterísticas de iniciação à investigação e desenvolvimento, preferencialmente de natureza aplicada, mantendo os objetivos principais de aprendizagem.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The student that makes an internship must:
Acquire work experience in the industrial or institution context;
Apply in the field, the knowledge and techniques acquired previously;
Work in teams and be an effective communicator;

Plan his work, fix targets and goals and establishing priorities in order to accomplish deadlines;
Have an interdisciplinary and integrative perspective;
Develop personal skills to grow up professionally;
Carry on the work in a professional way, respecting the internal rules of the hosting company;
Be able to write a clear and objective final report, using a rigorous technical-scientific language.
In some cases, and whenever this is the student preference, the Internship can be replaced by a Project to be developed in ISEC as an initiation for research and development, preferably with an applied nature, keeping the main learning objectives.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estágio em ambiente industrial/ empresarial na área da Engenharia Biológica ou do Tratamento e Valorização de Resíduos, ou áreas afins, dependendo do ramo da licenciatura em Bioengenharia.
Projeto de iniciação à investigação e desenvolvimento na área da Engenharia Biológica ou do Tratamento e Valorização de Resíduos, ou áreas afins, dependendo do ramo da licenciatura em Bioengenharia.

3.3.5. Syllabus:

Internship in a company in the Biological Engineering or Wastes Treatment and Valorization area, or related fields, depending on the course branch.
Project for initiation of research and development in the Biological Engineering or Wastes Treatment and Valorization area, or related fields, depending on the course branch.

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

O Estágio permite a integração do aluno no meio empresarial/industrial, onde terá a possibilidade de aprofundar e aplicar os conhecimentos e técnicas adquiridas na formação académica, trabalhar em equipas e perspetivar uma carreira profissional. Esta oportunidade é fundamental para atingir plenamente o perfil pretendido para os diplomados: formar licenciados na área da bioengenharia com uma formação de elevada qualidade e de perfil marcadamente profissionalizante.
Cada estágio tem associado um ou mais orientadores, de acordo com as áreas envolvidas no trabalho de campo, e um supervisor na empresa. O estudante e o orientador/supervisor acordam um plano de trabalho, que inclui um enquadramento, os objetivos e um calendário de atividades. Durante o período do estágio existirão reuniões de acompanhamento entre o aluno e o orientador para garantir que os objetivos estabelecidos estão a ser cumpridos. Quando necessário o supervisor da empresa será convidado a participar nas reuniões.

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

The Internship allow the students to be integrated in an industrial or company environment where they will have the opportunity to apply the knowledge and techniques learned in the academic course, to work in teams and to envisage a professional career. This opportunity is fundamental to fulfill the profile required for the graduates: to qualify individuals in the Bioengineering area with a high quality and a markedly professional profile.
Each internship program is assigned to one or more academic supervisors, according to the areas involved in the field of work, and one company supervisor. The student and the supervisors will agree on a work plan that includes the internship objectives, activities and the time schedule. During the internship there will be regular meetings between the student and the academic supervisor in order to guarantee that the established objectives are being accomplished. Whenever necessary the company supervisor will be invited to participate in the meetings.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias baseadas na aprendizagem ativa e colaborativa para promover a interdependência positiva entre intervenientes,fomentar a responsabilidade individual e o trabalho autónomo,melhorar a comunicação,desenvolver as aptidões interpessoais,estimular a autoavaliação e a avaliação periódica do Estágio.A avaliação possui uma componente distribuída informal resultante de reuniões entre os intervenientes,um relatório de progresso intermédio com a sua apresentação oral.As sugestões de melhoria indicadas pelo orientador deverão contribuir para melhorar não só o desempenho do aluno, como também o relatório final de estágio a apresentar na prova final (apresentação oral seguida de discussão).O relatório de estágio submetido pelo aluno será objeto de uma avaliação prévia por parte do orientador, que providenciará a marcação da avaliação final se apresentar a qualidade mínima requerida.
A avaliação final terá em conta o desempenho na empresa(60%), o relatório final(20%)e a prova final(20%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching methodologies are based on active and collaborative learning in order to promote positive interdependence,encourage individual responsibility and autonomous work,improve communication, develop interpersonal skills and support periodic self evaluation and the internship progress assessment.The evaluation includes an informal distributed component resulting from the meetings between all involved persons.It also includes an intercalary progress report with an oral presentation.The improvement suggestions given by the academic supervisor must contribute to enhance the student performance and also the final report to be presented during the final examination(oral presentation followed by discussion).The final report submitted by the student

must be validated to guarantee the minimum quality required before the final examination scheduling.
The final classification considers the student performance during the internship(60%), the final report(20%)and the final examination(20%).

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

Nesta componente de Estágio é utilizada uma metodologia de aprendizagem ativa e colaborativa que permite aos alunos desenvolver e melhorar as relações interpessoais e promover as atitudes necessárias para enfrentar um mundo cada vez mais pluralista, competitivo e complexo. Os alunos são integrados num grupo, de forma a assegurar e promover o trabalho em equipa, desenvolver as capacidades de organização e de comunicação, atitudes de liderança e várias outras competências genéricas necessárias aos engenheiros. Estas abordagens facilitam e incentivam a aprendizagem, bem como melhoram a integração na sociedade. Esta metodologia assegura que os estudantes possam aplicar os seus conhecimentos na resolução de problemas reais, garantindo desta forma o reforço da compreensão das matérias anteriormente aprendidas.
O acompanhamento regular feito pelo orientador e supervisor do Estágio promoverá a discussão e análise crítica de resultados e abordagens. A escrita do relatório, a sua apresentação e discussão são aspetos fundamentais para fomentar a capacidade de comunicação dos diplomados.

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

In this curricular component of Internship is used a methodology that promotes active and collaborative learning and enables the students to develop the interpersonal skills and attitudes required in a world that is increasingly pluralistic, competitive and complex. The students will be integrated in a work group, in order to ensure and foster teamwork, develop management and communication skills, leadership skills and other various generic skills necessary for practicing engineers. These approaches facilitate and encourage learning as well as social interaction. This approach ensures that students can apply his knowledge in real problems resolution, reinforcing the understanding of previously studied subjects.
The regular follow up of the internship activities by the academic and company supervisors will promote the discussion and critical analysis of results and approaches. The report and the oral presentation with discussion are fundamental aspects to promote the communication ability of the graduate.

3.3.9. Bibliografia principal:

n.a. A bibliografia proposta dependerá do tema do Estágio.
n.a. The proposed literature will depend on the internship subject.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa V - António Luís Pereira do Amaral

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

António Luís Pereira do Amaral

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 do docente:

Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Ana Cristina Araújo Veloso

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Cristina Araújo Veloso

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Belmiro Pereira Mota Duarte

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Belmiro Pereira Mota Duarte

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Luis Jorge Assunção Martins

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luis Jorge Assunção Martins

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Laura Maria Teixeira Santos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Laura Maria Teixeira 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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Luís Miguel Moura Neves de Castro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Miguel Moura Neves de Castro

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Maria José Capelas de Moura

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria José Capelas de Moura

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Maria João da Anunciação Moreira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria João da Anunciação Moreira

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

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Pascoal Martins da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pascoal Martins da Silva

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Adjunto ou equivalente

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

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - José Luís Ferreira Martinho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Luís Ferreira Martinho

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa V - Susete Teresa Gaspar do Fetal

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Susete Teresa Gaspar do Fetal

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 do docente:
Mostrar dados da Ficha Curricular

4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos

4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
António Luís Pereira do Amaral	Doutor	Engenharia Química e Biológica	100	Ficha submetida
Ana Cristina Araújo Veloso	Doutor	Engenharia Química e Biológica	100	Ficha submetida
Belmiro Pereira Mota Duarte	Doutor	Engenharia Química/Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Luis Jorge Assunção Martins	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Laura Maria Teixeira Santos	Licenciado	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Luís Miguel Moura Neves de Castro	Doutor	Ciências Aplicadas ao Ambiente	100	Ficha submetida
Maria José Capelas de Moura	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria João da Anunciação Moreira	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria Nazaré Coelho Marques Pinheiro	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Pascoal Martins da Silva	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Rebelo Marques Ferreira Marques	Doutor	Física Experimental	100	Ficha submetida
José Luís Ferreira Martinho	Doutor	Gestão de Empresas	100	Ficha submetida
Susete Teresa Gaspar do Fetal	Doutor	Física	100	Ficha submetida
(13 Items)			**1300**	

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.2.1.Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	13	100

4.2.2.Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	12	92.3

4.2.3.Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	9	69.2
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

4.2.4.Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and tranning dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and tranning dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	13	100
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização:

O ISEC/IPC tem um regulamento que define o processo de avaliação de desempenho do pessoal docente. Este regulamento visa melhorar a qualidade de desempenho dos docentes, diferenciar o desempenho e premiar o mérito. O processo de avaliação é da responsabilidade do Presidente da Instituição e é promovido pela Secção Autónoma de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente. Tem a participação de outros órgãos, como o Conselho Pedagógico (avaliação da atividade docente pelos alunos) e do Conselho Técnico Científico (definição da grelha de pontuação). Neste regulamento estão previstos mecanismos para assegurar que o processo de avaliação decorre com imparcialidade e está explícita a possibilidade dos interessados reclamarem, bem como a existência de audiências.

Na avaliação de desempenho dos docentes pretende-se valorizar todas as funções que são da competência do pessoal docente, conforme o art.º 2-A do ECPDESP e orientar as atividades dos docentes com vista ao cumprimento dos objetivos definidos para o ISEC. Na avaliação de desempenho é considerada a motivação do docente, numa determinada fase da sua carreira, para uma dada atividade. Os docentes em regime de tempo integral podem escolher um de três perfis de desempenho: perfil P, pedagógico (25%C+65%P+10%O); perfil C, científico (50%C+40%P+10%O); perfil O, organizacional (10%C+40%P+50%O). O regulamento prevê e define perfis de desempenho para os docentes em dispensa de serviço para formação avançada e para os docentes contratados a tempo parcial.

A valorização das atividades desenvolvidas está definida numa grelha de avaliação homologada pelo Presidente do IPC. A componente pedagógica valoriza a experiência profissional e dedicação à docência, produção de recursos pedagógicos, coordenação pedagógica, participação em atividades académicas, formação pedagógica e atividades docentes avaliadas pelos alunos. A componente técnico-científica valoriza a autoria de obras (livros ou capítulos de livro de edição nacional ou internacional), a publicação de artigos científicos (em revistas ou atas de congressos científicos, nacionais ou internacionais), apresentações, distinções, participação em projetos científicos, arguências, orientações e trabalho de revisão científica. A componente organizacional valoriza as atividades de gestão resultantes dos cargos na organização da instituição (Presidente do Departamento, Presidente da Comissão Científica, Diretor de Curso, responsável por laboratório, etc). O CTC é o órgão que aprecia e valida propostas de atualização/melhoria, provenientes das Comissões Científicas ou diretamente dos docentes.

A atualização dos docente decorre em grande parte da sua produção científica regular, de nível internacional. A coordenação de projetos de investigação e publicação de artigos científicos em conferências e revistas de reconhecida qualidade garantem que os docente se mantém atualizados em diferentes áreas de conhecimento científico.

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

ISEC and IPC developed, approved and implemented a regulation that defines the procedure for assessing the performance of the teaching staff. This regulation aims to improve the performance of teachers, differentiate performance and reward merits. The assessment procedure is the responsibility of the President of ISEC and the Independent Section for the Assessment of Teacher's Performance which monitors the process. It includes the

participation of other boards such as the Pedagogical Board (promoting the evaluation of teaching activity by the students) and the CTC (setting the classification matrix). In the evaluation of the teaching body performance it is intended to value all functions that are the responsibility of the teaching staff, defined in art.º 2-A of ECPDESP, and guide the teaching body activities in order to reach the ISEC defined objectives. In the performance assessment, relevance is given to the motivation, taking into account specific stages of the teaching body career, for a particular activity. Teachers on full time basis can choose one of three performance profiles: Pedagogical (25% C, 65% P, 10% O); Scientific (50% C, 40% P, 10% O), Organizational (10% C, 40% P, 50% O). The Regulation also sets differentiated profiles for teachers involved in advanced formation activities and for part-time teachers.
The activities weight is defined in the classification procedure approved by the President of the IPC. The pedagogical component values the experience and dedication to teaching, production of teaching resources, teaching coordination, and participation in academic activities. The scientific and technical component values the authorship of published works (books or book chapters editing at national or international level), the publication of scientific papers (peer reviewed journal and conference papers), presentations, awards, participation in scientific projects, academic juries and scientific review of papers. The organizational component values management activities resulting from organizational positions in the institution (Department President, President of the Scientific Commission, Course Director, haed of laboratory, etc.). CTC is the entity in charge of assessing and validating proposals for updating/refreshment, proposed either by the Scientific Commission or the teaching body.
The teaching staff's renewal largely derives from its regular scientific production, at an international level. Research project coordination and the publication of scientific papers in scientific conferences and journals of renowned quality ensure that the teaching staff keeps updated in different areas of scientific knowledge.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

O DEQB tem 4 funcionários em regime de tempo integral e 1 em regime de tempo parcial, para as tarefas correntes e de apoio às atividades laboratoriais:
Isabel Maria Nunes da Cruz Barraca - Técnico Superior. Funções: gestão do stock de material de laboratório e reagentes, apoio às aulas laboratoriais
Martine Marques da Costa - Técnico Superior. Funções: manutenção de equipamento de laboratório e instalação e manutenção do equipamento informático
Sandra Catarina Largueza Borges - Assistente técnico. Funções: secretariado do DEQB (2 manhãs/semana)
Maria Isabel Ferreira Góis e Olinda das Neves Monteiro - Assistentes Operacionais. Funções: limpeza das salas, gabinetes e laboratórios, afixação de informações

5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

DEQB has 4 employees in full-time regime and 1 in part-time regime, for supporting the implementation of current tasks and laboratory activities.
Isabel Maria Nunes da Cruz Barraca - Superior Technician. Function: stock management of components and consumables for laboratories and chemical reagents, support in laboratorial classes
Martine Marques da Costa - Superior Technician. Function: maintenance of laboratorial equipment and installation and maintenance of computer equipment
Sandra Catarina Largueza Borges - Technical Assistant. Function: secretariat staff of DEQB (2 mornings/week)
Maria Isabel Ferreira Góis and Olinda das Neves Monteiro - Operational Assistants. Function: cleaning spaces in DEQB (rooms, offices and laboratories), post information

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

Laboratório de Análise Instrumental I e II (204m2)
Laboratório de Análise Instrumental Complementar (73m2)
Laboratório de Bioquímica e Microbiologia (75m2)
Laboratório de Controlo Industrial (86m2)
Laboratório de Cromatografia GC, HPLC e Espectrofluorimetria (30m2)
Laboratório de Engenharia Química (63m2)
Laboratório de Espectroscopia de Laser Flash Photolysis (20m2)
Laboratório de Espectroscopia Molecular de UV/Vis e de Infravermelho (FTIR) (27m2)
Laboratório de Fenómenos de Transporte (128m2)
Laboratório de Investigação Aplicada à Engenharia Química (81m2)
Laboratório de Materiais (85m2)
Laboratório de Processos de Separação (42m2)
Laboratório de Química Analítica (75m2)
Laboratório de Química Orgânica (102m2)
Laboratório de Tecnologia Ambiental (98m2)
Laboratório de Tecnologias Biológicas (82m2)
Biblioteca(1003m2)

Salas de aula(268m2)
Anfiteatros(282m2)
Sala de computadores(51m2)
Salas de estudo (264m2)
Gabinetes de docentes (176m2)
Gabinetes para apoio técnico (51m2)
Cantina(m2)

5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

Laboratory of Instrumental Analysis I e II (204 m2)
Laboratory of Complementar Instrumental Analysis (74 m2)
Laboratory of Biochemistry and Microbiology (75 m2)
Laboratory of Industrial Control (86 m2)
Laboratory of GC and HPLC and Spectrofluorimetry (30 m2)
Laboratory of Chemical Engineering (63 m2)
Laboratory of Laser Flash Photolysis Spectroscopy (20 m2)
Laboratory of Molecular Spectroscopy (27 m2)
Laboratory of Transport Phenomena (128 m2)
Laboratory of Research Applied to Chemical Engineering (81 m2)
Laboratory of Material Science (85 m2)
Laboratory of Separation Processes (42 m2)
Laboratory of Analytic Chemistry (75 m2)
Laboratory of Organic Chemistry (102 m2)
Laboratory of Environmental Technology (98 m2)
Laboratory of Biological Technology (82 m2)
Library (1003 m2)
Classroms (268 m2)
Auditoriums (282 m2)
Classrom with computers (38 m2)
Study rooms (264 m2)
Teacher offices (176 m2)
Technical support office (51 m2)
Canteen (m2)

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

Coluna de absorção gás/líquido
Secador de tabuleiros
Unidade de: bombagem de fluidos; evaporação (filme ascendente/descendente, 1/2 efeitos); extração sólido/líquido; medição de caudais; mistura; peneiração; sedimentação; separação por membranas (Micro/Ultra e Nano filtração); permutador de calor de tubos concêntricos; reator contínuo/descontínuo; destilação contínua (enchimento e pratos)
Biofiltro
Bancada hidráulica
Ozonizador e Reactor UV para tratamento de efluentes por tecnologias avançadas de oxidação
Reactor contínuo CSTR e PBR
Reactor/fermentador com sistema de controlo e aquisição de dados
Cromatógrafo de Gás (GC), GC/MS e HPLC
Espectrofluorímetro de monofeixe
Espectrofotómetro absorção atómica
Espectrofotómetro de infravermelhos por transformada de FOURIER
Espectrofotómetro de laser flash
Espectrofotómetro mono e de duplo feixe UV VIS
Microscópios
Sistema de aquisição de imagens por microscopia de fluorescência
Unidade de JAR TEST
Câmara fluxo laminar
Tina de eletroforese

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

Gas-liquid absorption column
Tray drier
Pumping fluids unit
Rising/falling film evaporation unit
Solid/liquid extraction unit

Flow rate measurement unit
Mixing unit
Screening unit
Sedimentation unit
Micro/Ultra and nano membrane filtration unit
Double pipe heat exchanger
Discontinuous and continuous reactor
Continuous (packed and perforated plate) distillation column
Biofilter
Hydraulics bench
Ozonizer unit and UV reactor for effluent treatment by advanced oxidation technology
Continuous stirred-tank reactor and packed bed reactor
Reactor/fermentor with control and data acquisition system
Gas Chromatograph, GC/MS and HPLC
Single beam spectrofluorimeter
Atomic absorption spectrophotometer
Fourier transform infrared spectrophotometer
Laser Flash Photolysis System
UV/Vis single and double beam spectrophotometer
Microscopes
System for image acquisition by fluorescence microscopy
Particle image velocimetry system
JAR TEST unit
Laminar flow chamber
Electrophoresis system

6. Actividades de formação e investigação

Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Centro de Engenharia Biológica - Universidade do Minho (CEB)	Excelente/ Excellent	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/Universidade do Minho	http://www.ceb.uminho.pt
Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta - Universidade de Coimbra (CIEPQPF)	Muito Bom/ Very Good	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/FCTUC	http://www.uc.pt/fctuc /deq/ciepqpf/
Centro de Estudos de Fenómenos de Transporte - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (CEFT)	Muito Bom/ Very Good	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/ FEUP	www.fe.up.pt/ceft
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas - Universidade de Coimbra (LIP)	Muito Bom/ Very Good	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/FCTUC	http://www.lip.pt/
Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC)	Excecional/ Exceptional	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/FCTUC	https://cmuc.mat.uc.pt /rdonweb/

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):
http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/c9376e47-226d-8f12-2f77-560001da67ec
6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:
Projetos:
PTDC/EBB-EBI/103147/2008, Estudo da operação de SBR's para remoção de fósforo e para produção de PHA por técnicas de análise de imagem e estatística multivariável,2010-2013
PTDC/EBB-EBI/104235/2008, Biologia Molecular de Sistemas em Helicobacter pulori, 2010-2013

Lab Soluções Industriais Sustentáveis, Inst de Invest Apl do IPC - Candidatura conjunto do ISEC e ESAC ao concurso Centro-ICT-2013-05 (Sist de Apoio a Infr Cients e Tec)
Proj.Vale Inov.34131 "BioTCA", em col. com a emp M. A. Silva3-Cortiças, Lda,2014-2016
Proj.V. Inov.30448 "BioLavação", em col. com a emp J. A. Beira, Lda,2013-2015.
Proj. V. Inov.36688, "CatCork " em coop. com a emp Desacork, Ind. e Comércio de Cortiças, Lda,2014-2016
Parcerias:
ALEMANHA/Univ Applied Sci of Frankfurt
AUSTRIA/FH JOANNEUM – Univ Applied Sci
ESPANHA/Univ Castilla-La Mancha; Univ del País Vasco; Univ Rey Juan Carlos
IRLANDA/Dublin Inst of Techn
REP. CHECA/PRAGA-Inst of Chem Techn
HOLANDA/Unilever e Sabic

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

Projects:
PTDC/EBB-EBI/103147/2008, Estudo da operação de SBR's para remoção de fósforo e para produção de PHA por técnicas de análise de imagem e estatística multivariável,2010-2013
PTDC/EBB-EBI/104235/2008, Biologia Molecular de Sistemas em Helicobacter pulori, 2010-2013
Lab Soluções Industriais Sustentáveis, Inst de Invest Apl do IPC - Candidatura conjunto do ISEC e ESAC ao concurso Centro-ICT-2013-05 (Sist de Apoio a Infr Cients e Tec)
Proj.Vale Inov.34131 "BioTCA", em col. com a emp M. A. Silva3-Cortiças, Lda,2014-2016
Proj.V. Inov.30448 "BioLavação", em col. com a emp J. A. Beira, Lda,2013-2015.
Proj. V. Inov.36688, "CatCork " em coop. com a emp Desacork, Ind. e Comércio de Cortiças, Lda,2014-2016
Partnerships:
ALEMANHA/Univ Applied Sci of Frankfurt
AUSTRIA/FH JOANNEUM – Univ Applied Sci
ESPANHA/Univ Castilla-La Mancha; Univ del País Vasco; Univ Rey Juan Carlos
IRLANDA/Dublin Inst of Techn
REP. CHECA/PRAGA-Inst of Chem Techn
HOLANDA/Unilever e Sabic

7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

O DEQB (individualmente ou em parceria com grupos de investigação): promove projetos I&D científicos e projetos com impacto na resolução de problemas da indústria sendo acreditado para prestar serviços às empresas através dos Vales Inovação-I&DT; participa em atividades de consultoria e auditoria, na organização de sistemas de gestão da qualidade e em assessoria técnica; promove cursos de curta duração.
O DEQB, no âmbito dos seus cursos, tem estabelecido contratos de assistência técnica e tecnológica e protocolos de colaboração com diversas empresas.
Os diplomados do DEQB têm contribuído de forma significativa para o desenvolvimento do país e estão em todos os setores de atividade, desde a produção, distribuição e gestão de produtos, indústria transformadora e serviços públicos, colmatando necessidades do mercado. O seu impacto, traduz-se na mais-valia para a quantidade e qualidade da atividade produtiva das empresas concretizando a missão e os objetivos do ISEC.

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

DEQB (individually or in partnership with research groups): promotes R&D scientific projects and projects with impact on industry's problem solving while institution accredited to provide services to companies within the Vales Inovação-I&DT; participates in consulting and audit activities, in the organization of quality management systems and in technical advice; promotes short courses.
The DEQB within their degrees has established technical and technological assistance contracts and collaboration agreements with a great number of companies.
Graduates from DEQB have contributed considerably to the development of the country and are in all sectors, in the production, products distribution and management, industry and public institutions, bridging market needs.
The impact resulting from the quantity and qualitative increase in the productive activity of the companies realizes the mission and objectives of ISEC.

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

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da Economia:

De acordo com o doc."Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior - dez2014" da DGEEC, nas áreas científicas da LBioE, as taxas de desemprego apresentam os seguintes valores: Ciências da vida (1,9%); Ciências físicas (1,6%); Engenharia e técnicas afins (7,4%); Proteção do ambiente (1,4%).
Relativamente à taxa de desemprego registado no IEFP (12/2014) dos alunos que se diplomaram entre 2009/10 e 2012/13, os resultados na área de formação da Bioengenharia são de 6,1% no ensino público, claramente abaixo da média nacional à data (12,6% no ensino privado e 8,6% no público). Em termos do curso de referência, Bioengenharia da Universidade do Porto, a taxa de desemprego era de 3,4%. Cursos da mesma área de formação, Biotecnologia, localizados na região apresentam taxas de desemprego de 1,6 e 5,3%, respetivamente na ESAC e na UAveiro.
É, pois, espectável que os diplomados da Licenciatura em Bioengenharia possam ter igualmente taxas de empregabilidade elevadas.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:

According to the document "Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior - dez2014" of DGEEC, in the scientific fields of LBioE, unemployment rates are as follows: life sciences (1.9%); physical sciences (1.6%); engineering (7.4%); environmental protection (1.4%).
Regarding the unemployment rate recorded in IEFP (12/2014) of students who graduated between 2009/10 and 2012/13, the results in the Bioengineering scientific area are 6.1% in public education, well below the national average (12.6% in private and 8.6% in public schools). In terms of the course of reference, Bioengineering from University of Porto, the unemployment rate was 3.4%. Courses in the same area, Biotechnology, located in the region presents unemployment rates of 1.6 and 5.3%, respectively in ESAC and UAveiro,
It is therefore expected that graduates of Bioengineering degree can also have high employment rates.

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

Com base nos resultados do último concurso de acesso ao ensino superior (2015), no curso similar existente nas universidades do Porto, Trás-os-Montes e Alto Douro e Beira Interior verificou-se que em termos de vagas a concurso/candidatos na primeira fase/alunos colocados nas duas fases do concurso, os resultados foram respetivamente, 62/520/62, 30/120/30 e 20/94/16.
No curso da mesma área de formação, Biotecnologia, com oferta mais próxima de Coimbra, verificou-se que os resultados foram, respetivamente na ESAC e UAveiro, 73/200/73 e 57/328/57.
Verifica-se, pois, que em ambos os cursos foram preenchidas 98,3% das vagas a concurso, tendo-se registado uma elevada procura nos cursos da região da mesma área de formação. É, pois, espectável que o curso agora proposto tenha uma elevada capacidade de atrair estudantes para esta área científica.

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

Based on the results of the last entrance to higher education (2015), the existing similar course in the universities of Porto, Trás-os-Montes and Alto Douro and Beira Interior in terms vacancies/candidates in the first phase/students placed in the two stages of the competition, the results were respectively, 62/520/62, 30/120/30 and 20/94/16.
In Biotechnology, a course in the same formation area, the results of the nearest institutions to Coimbra, were 73/200/73 and 57/328/57, respectively in ESAC and UAveiro.
Both courses were filled 98.3% of vacancies, having recorded a high demand in the courses of the same area of training area. It is therefore expected that the proposed course now has a high ability to attract students to this scientific area.

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Embora este curso não exista na região, indicam-se algumas instituições com as quais podem ser estabelecidas pontualmente algumas parcerias na sequência de parcerias já existentes no âmbito de outros ciclos de estudo lecionados no ISEC ou decorrentes do facto de docentes do curso de Bioengenharia estarem envolvidos em Centros de Investigação alocados a essas instituições:
• Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
• Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Coimbra
• Universidade de Aveiro
• Universidade do Minho.
Refere-se, ainda, a possibilidade de se alargarem os recursos do ciclo de estudos através de parcerias com a ESAC do IPC, cuja oferta formativa no curso de Biotecnologia fortemente vocacionado para a área agroalimentar pode enriquecer esta componente.

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Although this course does not exist in the region, it is indicated some institutions with which it can be promptly

established some partnerships, in the sequence of existing partnerships with other taught courses at ISEC or arising from the fact that Bioengineering teachers are involved in research centers allocated to these institutions:
• Faculty of Engineering, University of Porto
• Faculty of Science and Technology, University of Coimbra
• University of Aveiro
• University of Minho.
It must be referred also the possibility to extend the resources of the course through partnerships with the ESAC of IPC, whose training offer in the course of Biotechnology strongly geared for the food area may enrich this component.

9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

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

A estrutura do curso obedece aos padrões internacionais de cursos desta natureza e cumpre todos os requisitos do Modelo de Bolonha. A LBioE consiste numa formação distribuída por 6 semestres, equivalente a 180 unidades de crédito (ECTS), que está orientada para o exercício de uma atividade profissional. Da totalidade de créditos definidos para o curso, 150 referem-se a UC's obrigatórias e 30 ao Estágio/Projeto a decorrer preferencialmente em ambiente empresarial.
O trabalho efetuado pelo aluno é medido em horas totais (estimadas) reservadas a todas as diferentes tarefas, designadamente as horas de contacto (horas letivas) e as horas destinadas ao estudo, pesquisa, trabalhos, relatórios e avaliações. Foram consideradas, em cada semestre, 15 semanas letivas e 5 semanas de avaliação, apresentação de trabalhos e outras atividades, o que representa 750 horas totais de trabalho. Para a valoração, em termos de ECTS de cada UC, é considerado o valor de 25 horas totais por ECTS atribuído.

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

The course structure complies with the international standards of degrees of this nature and meets all requirements of the Bologna model. The LBioE consists on a distributed training throughout 6 semesters, encompassing 180 credit units (ECTS), guided for the pursuit of a professional occupation. From the overall credits for the course, 150 refer to mandatory courses and 30 to the Internship/Project preferentially in a business environment.
The work carried out by the student is measured in total work hours (estimated) reserved for all the different tasks, in particular contact hours (classroom hours), and hours devoted to study, research, essays, reports and evaluations. It was considered, in each semester, 15 weeks for learning contact and 5 weeks of evaluation, presentation of works and other activities. Regarding each course valuation, in terms of ECTS, a total of 25 hours per assigned ECTS is considered.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

Os 3 semestres iniciais do curso são constituídos por UCs com aulas teóricas, teórico-práticas e laboratoriais, em geral, distribuídas entre as ciências de base e as ciências de engenharia e integram o tronco comum da LBioE. Em geral, os semestres contêm 4 UC com caráter teórico, teórico-prático e 1 UC laboratorial com um número elevado de horas de contacto. Após os 3 semestres iniciais o curso divide-se em 2 ramos (Engenharia Biológica e Valorização de Resíduos), com 90 ECTS, cada. Os ECTS como medem o volume total de trabalho do aluno médio e como se pretendeu valorizar a componente prática, às UCs laboratoriais foi atribuído o número de ECTS mais elevado (em geral, 8).
Tendo em conta a importância da componente Estágio/Projeto na formação dos alunos, o último semestre foi-lhe reservado com 30 ECTS.
A distribuição dos ECTS teve por base as regras gerais, ponderando a carga de trabalho esperada para cada UC e também a sensibilidade adquirida na lecionação de cursos semelhantes.

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

The first 3 semesters integrate theoretical, theoretical-practical and laboratory courses, in general, distributed through basic sciences and engineering sciences topics constituting the common core of LBioE curriculum. In general, the semesters integrate 4 theoretical, theoretical-practical CU's and 1 laboratory CU with a high number of contact hours. After the first 3 semesters the course is divided in two branches (Biological Engineering and Waste Valorization), with 90 ECTS each. As the ECTS measure the total workload of an average student and it was the intention to valorize the practical component, the laboratory CU's have the higher number of ECTS (in general, 8). Being aware of the Internship/Project importance in the student's formation a semester it was reserved with 30 ECTS.
The distribution of ECTS was based on the general rules, considering the expected workload for each CU and also the sensitivity acquired teaching similar courses.

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

Após terem sido definidos os objetivos e a estrutura base para o plano curricular do curso, foram atribuídos docentes responsáveis pelas UCs tendo em conta a afinidade de formação. Depois de atribuídos os ECTS e definidos os objetivos para cada UC o docente responsável elaborou o programa e através de um processo interativo este foi sendo ajustado até que o volume de trabalho esperado por parte dos alunos traduzisse o número de ECTS atribuído. Na apresentação da proposta do curso em reunião da Área Científica de Engenharia Química e Biológica, foi explicada a metodologia de distribuição dos ECTS pelas UCs e todos os docentes envolvidos tiveram oportunidade de participar na discussão e propor melhorias.

Os ECTS atribuídos e os programas das diferentes UCs que integram o plano de estudo da LBioE serão alvo de revisões periódicas e ajustes sem alterar os objetivos estabelecidos.

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

After being defined the purpose and the basic structure for the course curriculum, responsible teachers for the CU's have been assigned taking into account the academic qualifications. After being assigned the ECTS and the objectives for each UC the responsible teachers developed the syllabus and through an interactive process the workload expected from the students was reached to correspond to the number of ECTS assigned. In the Chemical and Biological Engineering Scientific Area meeting for the course proposal presentation it was explained the ECTS distribution methodology by CU's and all the teachers involved had the opportunity to participate in the discussion and propose improvements.

The syllabus and ECTS of the UC's that integrate the LBioE study plan will be object of periodic reviews and adjustments without changing the established main objectives.

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

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

A denominação de "Bioengenharia" em ciclos de estudos superiores (2º ciclo) é comum em instituições consideradas de referência no Espaço Europeu, de que são exemplos o Imperial College London (Inglaterra): Master of Research in Bioengineering e o Technische Universität Dresden (Alemanha) – Master of Research in Molecular Bioengineering.

À semelhança do que acontece no restante espaço europeu, também em Portugal a designação de Bioengenharia está associada a ciclos de correspondentes ao 2º ciclo, destacando-se o Mestrado em Bioengenharia (120 ECTS) do Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST), enquanto o ciclo de estudos com a designação de Mestrado Integrado (360 ECTS) em Bioengenharia existe na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

O ciclo de estudos com a designação exata de Licenciatura em Bioengenharia (180 ECTS) existe atualmente em funcionamento em 2 instituições em Portugal: Universidade Católica do Porto e Universidade da Beira Interior.

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

The name "Bioengineering" in cycles of higher education (2nd cycle) is common in considered reference institutions in the Europe: The Imperial College London (England): Master of Research in Bioengineering and the Technische Universität Dresden (Germany) - Master of Research in Molecular Bioengineering.

Similar to what happens in Europe, also in Portugal, the Bioengineering is associated with corresponding cycles of the 2nd cycle: Masters in Bioengineering (120 ECTS) of the Technical University of Lisbon (IST) and Master (360 ECTS) in Bioengineering in the Faculty of Engineering, University of Porto (FEUP).

The course of study with the exact designation Degree in Bioengineering (180 ECTS) there is currently operating in two institutions in Portugal: Catholic University of Porto and University of Beira Interior.

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

FEUP (mestrado integrado)

Engloba duas aplicações de Engenharia distintas, a Engenharia Biológica e a Engenharia Biomédica, bastante evidenciada pelos três ramos que se derivam após os dois anos inciais que constituem o Tronco Comum. A estrutura desta formação, no caso de os alunos optarem pelo ramo em Engenharia Biológica, é semelhante ao ciclo de estudos aqui proposto (comparando os primeiros três anos de formação), destacando-se os processos químico-biológicos e a valorização de materiais, o ambiente e a saúde ambiental (tratamento de resíduos contaminados, qualidade ambiental em unidades hospitalares e empresas da área da saúde).

Universidade Católica do Porto (1º ciclo)

Inclui três ramos opcionais: Engenharia Alimentar, Engenharia do Ambiente e Engenharia Biomédica. Os primeiros dois anos, à semelhança da formação aqui proposta, são comuns em todos os ramos diferenciando-se o programa

de estudos no 5º semestre. O ramo de Engenharia Ambiental tem afinidades com o Ramo Valorização de Resíduos, verificando-se diferenças nas outras duas opções formativas quando comparadas com o ramo Engenharia Biológica do ciclo de estudos proposto.
Universidade da Beira Interior (1º ciclo)
O plano de estudos, nos primeiros dois anos, é semelhante às formações aqui já referidas, aparecendo no último ano, a avaliar pelas unidades curriculares de frequência obrigatória (Anatomia e Fisiologia Humana I, Instrumentação e Medidas Biomédicas, Tecnologia de Equipamentos Clínicos), uma especialização na área biomédica. Neste aspecto a formação é bastante diferente da ora proposta.
De destacar que o ciclo de estudos proposto pelo IPC é o único a apresentar, no sexto semestre de formação, a opção de se realizar um estágio profissional.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:
FEUP (Integrated Master)
Cover two distinct applications of Engineering: Biological Engineering and Biomedical Engineering, quite evidenced by the three branches that are derived after two years that make up the Common Core. The structure of this formation in the case of the students choose Biological Engineering, is similar to the course of study proposed here (comparing the first three years of training), the highlighting chemical-biological processes and the recovery of materials, environment and environmental health (treatment of contaminated waste, environmental quality in hospitals and health care companies).
Catholic University of Porto (1st cycle)
It includes three optional branches: Food Engineering, Environmental Engineering and Biomedical Engineering. The first two years, like the training proposed here, are common in all branches differentiating the curriculum in the 5th semester. The Environmental Engineering branch has affinities with the Branch Waste Recovery, verifying differences in the other two training options compared to the Biological Engineering branch of the proposed studies cycle.
University of Beira Interior (1 cycle)
The curriculum for the first two years is similar to formation proposed, appearing in the last year, judging from the compulsory courses (Human Anatomy and Physiology I, Instrumentation and Biomedical Measures, Clinical Equipment Technology), one expertise in the biomedical field. In this respect, training is quite different from now proposed.
To point out that the course of study proposed by IPC is the only one present in the sixth semester of training, the option of performing an internship.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolo genérico / General Protocol

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:
Protocolo genérico / General Protocol

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):
11.1.2._Protocolo Generico.pdf

Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes

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

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

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:
Na unidade curricular de Estágio/Projeto os estudantes serão acompanhados por um orientador(s) docente do DEQB/ISEC, sendo ainda co-supervisionado no ambiente de trabalho por um profissional da entidade que o acolhe, tal como está estabelecido em protocolo realizado para o efeito. O corpo docente do DEQB/ISEC é composto maioritariamente por Doutores em diferentes áreas de interesse para o curso garantindo a qualidade da orientação

de estágio.
O(s) orientador(s) interno promove previamente reuniões para averiguar da qualidade do plano de trabalhos a desenvolver, assim como da adequação do supervisor para a orientação em ambiente de trabalho.
O plano de trabalhos estabelecido tem que ser aprovado pela Comissão Científica da Área Científica de Engenharia Química e Biológica.
O(s) orientador(s) interno é responsável pelo acompanhamento do trabalho desenvolvido durante o estágio, promovendo deslocações periódicas ao local do estágio.

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:
In the curricular unit of Internship/project, the students will be followed by one teacher from DEQB/ISEC (leader teacher). They are also supervised by a professional graduate of the institution that receives them (industry supervisor), through the establishment of a protocol. The DEQB/ISEC has a teaching staff composed mostly of PhDs covering different areas of the degree ensuring the quality of the internship supervision.
Previously, the leader teacher(s) promotes meetings to ascertain the quality of the work plan, as well as the suitability of the industry supervisor for student's guidance in the workplace.
The work plan agreed between the student, the leader teacher and the industry supervisor, has to be approved by the Scientific Committee of the ACEQB.
The leader teacher(s) is responsible, in the first instance, for tracking the work and the training developed during the internship.

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e selecção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB):
11.4.1_Orientadores cooperantes.pdf

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)

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

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:
-Elevada qualificação do corpo docente: 92% de doutorados nos principais domínios do ciclo de estudos, com produção científica relevante e integrados em Centros de Investigação;
-Promoção de formação com perfil profissionalizante, voltada para aquisição de competências em áreas chave para o desenvolvimento nacional e europeu;
-Formação de espectro alargado, permitindo saídas profissionais muito diversificadas, com critérios de formação exigentes;
-Forte valorização da componente curricular prática e laboratorial com um elevado número de laboratórios e de equipamento de muito boa qualidade alocado, adequados ao perfil profissionalizante do curso;
-Existência de diversas parcerias com empresas no âmbito de projetos de investigação aplicada e de outros ciclos de estudo, potenciado na LBioE através do estágio de fim de curso que fomenta o contato direto entre alunos e o meio empresarial.
-Curso com uma das maiores taxas de procura numa das universidades de referência nacionais.

12.1. Strengths:
-High qualification of the teaching staff: 92% of doctorates in the main areas of the course, with relevant scientific

production and integrated into research centers;
-Promotion of training with vocational profile, focused on acquiring skills in key areas for national and European development;
-Spread spectrum training, allowing career opportunities very diverse, with demanding training criteria;
-Strong valorization of practical and laboratory components of the curriculum with a large number of laboratories equipped with very good quality equipment, suitable to the professional profile of the course;
-Existence of several partnerships with companies in the context of applied research projects and other educational cycles, boosted in LBioE through the course of end stage which encourages direct contact between students and the business community.
-Course with one of the highest rates of demand in a national reference university.

12.2. Pontos fracos:

-Dificuldade em informar a sociedade e os potenciais alunos para as potencialidades da formação conferida pelas instituições politécnicas em Portugal e para as virtudes do seu ensino ao nível das competências orientadas para a execução
-Corpo docente com carga horária semanal lectiva média elevada, originando menor disponibilidade para participar em projetos deI&D;
-Dificuldades recentes na obtenção de recursos financeiros para atualização de equip. laboratoriais e de apoio aos projetos;
-Dificuldade no estabelecimento de parcerias com as empresas, pelo esforço organizacional que acarretam, pela pouca disponibilidade demonstrada por algumas empresas e pelo exíguo tecido industrial existente na região
-Tecido industrial envolvente com limitações em termos de investimento em I&I
-Internacionalização incipiente da instituição, com a dificuldade associada de atrair alunos estrangeiros para as lic. do ISEC
-Curta duração do ciclo de estudos que limita a abrangência dos conteúdos lecionados

12.2. Weaknesses:

- Difficulty in informing society and the potential students for the potentiality of training given by the polytechnics in Portugal and the virtues of his teaching at the level of skills oriented to the execution;
- Teacher staff with high average weekly teaching hours, resulting in lower availability to participate in R & D projects;
- Recent difficulties in obtaining financial resources to upgrade laboratory equipment and project support;
- Difficulty in establishing partnerships with businesses, the organizational effort that entails, insufficient willingness shown by some companies and the meager existing industrial base in the region;
- Industrial fabric with limitations in terms of availability to invest in R & I;
- Incipient internacionalization of the institution, with the associated difficulty in attracting foreign students to the ISEC's courses;
- Short duration of the course that limits the scope of the contents taught.

12.3. Oportunidades:

-Área científica claramente enquadrada na Estratégia Europa 2020 e na EI&I nacional;
-Estratégia de industrialização do país requer a formação de profissionais de elevada competência que suportem o exercício da ativ. Profiss. na área da Bioeng.;
-Preenchimento de lacuna na oferta formativa em Bioeng. no Ens. Sup. Politécnico;
-Menor duração do curso comparativamente com ciclos do Ens. Sup. Universitário, permitindo o ingresso no mercado de trabalho por meio de estágio profissional ao fim de apenas 3 anos;
-Possibilidade de frequentar estágios em empresas na UC de Estágio, uma mais-valia para a formação dos alunos e um fator potenciador de empregabilidade;
-Procura do ciclo de estudos por parte dos alunos dos CTeSP lecionados no ISEC;
-Reconhecimento do mercado de trabalho da qualidade dos alunos formados no ISEC;
-Atualização recente dos laboratórios por forma a refletirem a evolução tecnológica e as áreas de confluência do curso (eng. biológica e valorização de resíduos).

12.3. Opportunities:

- Research field clearly framed in the Europe 2020 strategy and the national EI&I;
- The country's industrialization strategy requires the training of professionals of high competence to support the exercise of professional activity in the area of bioengineering;
- Elimination of gap in training provision in bioengineering in polytechnic education;
- Shorter duration of the course compared with cycles of university education, allowing entry into the labor market through professional stage after only three years;
- Ability to attend work placements in the lecture of Internship, an asset for the training of students and an enhancer factor of employability;
- Demand from students of CTSP taught in ISEC;
- Labor market recognition of the quality of graduates in ISEC;
- Recent update of laboratories in order to reflect technological developments in areas of confluence of the course (biological engineering and waste recovery).

12.4. Constrangimentos:

-Baixa apetência dos alunos do ens. secundário para cursos superiores de engenharia;
-Evolução demográfica resulta na redução da população estudantil no ens. sup.;
-Persistência da visão desprestigiante do ens. politécnico face ao universitário por alguns setores da sociedade;
-Subfinanciamento das instituições de ens. sup., com maior incidência no politécnico, cerceando possibilidades de inovação e melhoramento, como contratação de docentes e investimento em laboratórios;
-Impossibilidade dos Institutos Politécnicos conferirem o grau de doutor, limitando a capacidade dos docentes desenvolverem investigação;
-Contexto de crise financeira e económica leva à descapitalização das instituições e empresas, dificultando o estabelecimento de parcerias;
-Dificuldades económicas e instabilidade das famílias;
-Elevada taxa de desemprego jovem qualificado funciona como fator desmotivador da prossecução dos estudos;
-Compromisso entre carga horária laboratorial e das bases conceptuais da LBioE.

12.4. Threats:

- Reduced tendency of secondary school students for higher education courses in engineering;
- Demographic changes cause a reduced student population in higher education;
- Persistence of the disadvantageous image of the polytechnic compared the university by some sectors of society;
- Under-funding of higher education institutions, focusing on the polytechnic, limiting possibilities for innovation and improvement, such as hiring teachers and investment in laboratories;
- Inability of polytechnics to confer the degree of doctor, limiting the ability of teachers to develop research;
- The context of financial and economic crisis leads to the decapitalization of institutions and companies, making it difficult to establish partnerships;
- Economic difficulties and instability of families;
- High qualified youth unemployment rate acts as demotivating factor of further education;
- Compromise between laboratory workload and conceptual bases of degree in bioengineering.

12.5. CONCLUSÕES:

A análise SWOT apresenta um conj. de fatores positivos que potenciam a proposta de uma lic. em Bioengenharia, como uma nova oportunidade no leque formativo proposto pelo ISEC/IPC. A LBioE possui um perfil profissionalizante de espectro alargado, equilibrando uma robusta componente em ciências de base e de eng. com a especialização nos domínios da Eng. Biológica e da Valorização de Resíduos. Assenta numa formação sólida em técnicas laboratoriais, conferindo a capacidade de resolução de problemas em áreas relevantes para a estratégia de industrialização do país. Os diplomados serão capazes de desempenhar com excelência atos de eng. nas indústrias onde predominem os processos biológicos ou físico-químicos, motivados para a sua integração sustentável com a valorização dos resíduos gerados.
A análise realizada antevê uma procura de profissionais com sólida formação na área da bioengenharia e capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na área da eng. biológica e da valorização de resíduos que constituem áreas estratégicas de desenvolvimento nos próximos anos para Portugal (A Estratégia de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente - EI&I - identifica com um dos quatro pilares da sua Visão para 2020 a Valorização dos Recursos Endógenos Diferenciadores) e para a Europa (a economia de base biológica constitui uma componente essencial da Estratégia Europa 2020). O caráter estratégico da área de formação e o reconhecimento por parte das entidades empregadoras da qualidade e competência dos diplomados do ISEC, permite antever a boa aceitação dos lic. pelo mercado do trabalho, bem como a elevada procura pelos estudantes do curso.
O corpo docente da LBioE será composto quase exclusivamente por docentes doutorados com formação adequada aos conteúdos programáticos que se propõem leccionar e com produção científica relevante maioritariamente desenvolvida em Centros de Investigação de excelência.
A LBioE apresenta um caráter inovador na medida em que será a única a funcionar no Ens. Sup. Politécnico, sendo de realçar a forte procura que o curso apresenta numa univ. nacional de referência (no concurso nacional de acesso de 2015, a FEUP registou uma procura de 556 candidatos na 1ª fase do concurso, foram preenchidas todas as 62 vagas disponíveis, sendo que a nota de acesso do último colocado foi de 18,2 valores).
Relativamente aos pontos fracos e às ameaças referidas, é importante realçar que, apesar das restrições financeiras em que vive o ensino sup. politécnico e ao preconceito existente na sociedade quanto à formação do ensino politécnico, o ISEC temse destacado pela qualidade dos seus diplomados, pela reconhecida competência do seu corpo docente e pela elevada aceitação dos licenciados pelas entidades empregadoras.
Estes fatores sustentam claramente a convicção da oferta de qualidade e empregabilidade da Licenciatura agora proposta, bem como o caráter inovador no panorama da formação superior politécnica de qualidade em Portugal.

12.5. CONCLUSIONS:

The SWOT analysis presents a number of positive factors that enhance the proposal for a degree in Bioengineering, as a new opportunity in the offer of training proposed by the ISEC / IPC. The degree in bioengineering is a wide spectrum training, and has a vocational profile, balancing a robust component in basic and in engineering sciences with specialization in the fields of biological engineering and waste recovery. Based on a solid training in laboratory techniques, the degree provides problem-solving skills in relevant areas to the country's industrialization strategy. Graduates will be able to perform with excellence acts of engineering in

industries where predominant biological processes or physical-chemical, motivated for their sustainable integration with the recovery of waste generated.
The analysis predicts a demand for professionals with solid training in the field of bioengineering and ability to apply the knowledge acquired in the field of biological engineering and recovery of waste which are strategic areas of development in the coming years to Portugal (the Strategy for Research and Innovation for a Smart Specialisation - EI & I - identifies as one of the four pillars of its Vision for 2020 the Enhancement of Endogenous Resources differentiators) and to Europe (the bio-based economy is an essential component of Europe 2020). The strategic nature of the training area and the recognition by employers of the quality and competence of ISEC graduates, allows foreseeing the good acceptance of graduates by the labor market and the high demand by students of the course.
The degree in bioengineering will consist almost exclusively of PhDs teachers with adequate training to program content that purport to teach and relevant scientific literature mainly developed in research centers of excellence.
The degree in bioengineering is innovator as it is the only proposed by the Polytechnic Higher Education. It is important to notice the strong demand that the degree offered by a national reference university (in 2015 in the access to national competition, FEUP recorded a looking for 556 candidates in the 1st stage of the competition, all 62 available places have been filled, and the last place access score was 18.2 points).
With regard to weaknesses and threats referred to, it is important to note that, despite the financial constraints experienced by the polytechnic higher education and the existing prejudices in society about the quality of polytechnic education, the ISEC has distinguished itself by means of: i) the quality of its graduates; ii) the recognized expertise of its faculty and iii) the high acceptance of graduates by employers.
These factors clearly support the belief of the quality and employability of degree now proposed, as well as the innovative character in the panorama of higher polytechnic education quality in Portugal.