

# NCE/19/1901134 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

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

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

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:  
*Mestrado em Engenharia Biomédica*

1.3. Study programme:  
*Master in Biomedical Engineering*

1.4. Grau:  
*Mestre*

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:  
*Engenharia Biomédica*

1.5. Main scientific area of the study programme:  
*Biomedical Engineering*

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):  
*529*

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:  
*729*

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:  
*441*

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

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

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

**1.9. Número máximo de admissões:**

120

**1.10. Condições específicas de ingresso.**

*Primeiro ciclo em Engenharia Biomédica, Bioengenharia, Engenharia Biológica ou área afim, ou ser detentor de um currículo escolar, científico ou profissional que a coordenação do curso reconheça como suficiente para atestar a capacidade para a realização deste ciclo de estudos.*

**1.10. Specific entry requirements.**

*First cycle in Biomedical Engineering, Bioengineering, Biological Engineering or related area, or to hold a learning, scientific or professional curriculum that the Program Coordination recognizes as sufficient to attest the ability to complete this cycle of studies.*

**1.11. Regime de funcionamento.**

*Diurno*

**1.11.1. Se outro, especifique:**

*<sem resposta>*

**1.11.1. If other, specify:**

*<no answer>*

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

*Universidade de Coimbra, incluindo a Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Faculdade de Medicina*

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

*University of Coimbra, including the Faculty of Science and Technology and the Faculty of Medicine*

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

[1.13.\\_Regulamento\\_Creditacao\\_Formacao\\_Anterior\\_Experiencia\\_Profissional\\_UC.pdf](#)

**1.14. Observações:**

*Para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica (MEB) é necessário completar 120 ECTS, incluindo a elaboração e defesa pública de um trabalho original de Projeto de Mestrado, resultado de um projeto de investigação. O projeto tem características de investigação, de desenvolvimento e inovação tecnológica e/ou de resolução de problemas tecnológicos, refletindo a formação multidisciplinar obtida neste Mestrado. Pode decorrer em ambiente clínico, industrial ou académico (em laboratórios e centros de investigação, ligados ou não a Universidades), em contexto de investigação ou de inovação de carácter aplicado ou tecnológico (em qualquer dos casos existe sempre um orientador ligado à Universidade de Coimbra). Em todas as circunstâncias o Projeto será orientado para um tema de investigação científica ou tecnológica na área da Engenharia Biomédica, seja a melhoria da solução existente para um problema identificado ou uma aplicação prática inovadora nesta área.*

*Na lecionação do curso participam outras Unidades Orgânicas da Universidade de Coimbra, a Faculdade de Medicina e o ICNAS, e esta participação tem como objetivo principal a excelência da formação ao permitir que os seus docentes, investigadores e especialistas lecionem unidades curriculares ou módulos específicos de unidades curriculares da MEB, bem como a orientação de projetos de investigação e dissertações de Mestrado.*

*O Mestrado em Engenharia Biomédica não inclui estágio, mas estão disponíveis estágios de verão, de frequência voluntária, em unidades de investigação, clínicas e empresas, para os alunos interessados em aprofundar os seus conhecimentos em áreas específicas ou em contactar com a realidade do mundo profissional.*

**1.14. Observations:**

*To obtain a Master's Degree in Biomedical Engineering (MEB) it is necessary to complete 120 ECTS, including the preparation and public defense of an original Master's dissertation, the result of a research project. The project has characteristics of research, of development and technological innovation and/or technological problem solving, reflecting the multidisciplinary training obtained in this Master's Degree. It can be carried out in clinical, industrial or academic environment (in laboratories and research centers, linked or not to Universities), in a research or innovation context of applied or technological character (in any case there is always a supervisor connected to the University of Coimbra). In all circumstances, the Project will be oriented to a scientific or technological research topic in Biomedical Engineering, be it the improvement of the existing solution to an identified problem or an innovative practical application in this area.*

*Another Organic Units of the University of Coimbra, the Faculty of Medicine and ICNAS, participate in teaching courses of the MEB, and this participation has as its main objective the excellence of training by allowing its teachers,*

*researchers and specialists to teach curricular units or specific modules of MEB curricular units, as well as the orientation of research projects and master's dissertations*  
*The Master in Biomedical Engineering does not include internships but just summer internships, with voluntary attendance, available on research units, clinics and companies for students interested in deepening their knowledge in specific areas or in a contact with the reality of the professional world.*

## 2. Formalização do Pedido

### Mapa I - Conselho Científico da FCTUC

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico da FCTUC*

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

[2.1.2.\\_CC\\_FCTUC\\_18\\_12\\_2019.pdf](#)

### Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico da FCTUC*

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

[2.1.2.\\_Extrato\\_ataCP\\_FCTUC\\_20200415\\_signed\\_100k.pdf](#)

### Mapa I - Reitor da Universidade de Coimbra

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Reitor da Universidade de Coimbra*

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

[2.1.2.\\_75\\_Eng\\_Biomedica\\_Mestrado\\_compressed.pdf](#)

### Mapa I - Plano de correspondência

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Plano de correspondência*

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

[2.1.2.\\_MEB\\_compressed.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*O Mestrado em Engenharia Biomédica (MEB) tem por objetivo formar profissionais com elevada qualificação técnica e científica, bem como padrões elevados de responsabilidade profissional, social e ética, capazes de aplicar os conceitos e as técnicas da Engenharia à análise e solução de problemas no âmbito da Biologia, da Medicina e da Saúde. Serão profissionais capazes de realizar trabalhos de investigação e/ou de inovação no quadro das tecnologias avançadas relacionadas com a Engenharia Biomédica, em contexto industrial, clínico ou laboratorial, com elevado grau de autonomia. Estas competências incluem o desenvolvimento e operação de instrumentação de aplicação Biomédica, e respetivo software de controlo, aquisição e análise de dados, a preparação de novos materiais para uso médico ou a operação de aparelhagem de imagiologia médica.*

*A formação conferida pelo MEB habilita os seus alunos a responder às atuais necessidades e desafios globais da Engenharia Biomédica.*

3.1. The study programme's generic objectives:

*The Master in Biomedical Engineering (MEB) aims to train professionals with high technical and scientific*

*qualifications, as well as high standards of professional, social and ethical responsibility, able to apply the Engineering concepts and techniques to the analysis and solution of problems in the framework of Biology, Medicine and Healthcare. The graduates will be able to carry out research and/or innovation works in the framework of the advanced technologies related to Biomedical Engineering, in industrial, clinical or laboratory contexts, with a high degree of autonomy. These competencies include the development and operation of instrumentation for application in Biomedicine, and respective control, acquisition and data analysis software, the preparation of new materials for medical use or the operation of medical imaging equipment. The training provided by MEB enables its graduates to meet the current needs and global challenges of Biomedical Engineering.*

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

*O objetivo do Mestrado em Engenharia Biomédica (MEB) é a formação de profissionais qualificados de Engenharia, capazes de acompanhar e intervir a nível da inovação científica e tecnológica na área da Medicina e da Biologia, incluindo em contexto de investigação.*

*No final, os alunos deverão:*

- Possuir uma formação sólida em Engenharia Biomédica, com formação específica numa das áreas de especialização do MEB.*
- Possuir competências que lhes permitam a aprendizagem contínua e autónoma, garantindo a sua atualização ao longo da vida ativa.*
- Ser capazes de intervir a nível da inovação nos domínios da Engenharia Biomédica, resolvendo problemas em situações novas, em contextos alargados e multidisciplinares.*
- Ser capazes de trabalhar autonomamente, assumindo responsabilidades no planeamento e gestão de projetos e estruturas na área da Engenharia Biomédica.*
- Ser capazes de formar e coordenar equipas interdisciplinares em instituições na área das ciências médicas e biológicas.*

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

*The goal of the Master in Biomedical Engineering (MEB) is to train qualified Engineering professionals, able to follow and intervene at the level of scientific and technological innovation in the fields of Medicine and Biology, including in the context of scientific research.*

*At the end, students must:*

- Have solid training in Biomedical Engineering, with specific training in one of the areas of specialization of the MEB.*
- Have skills that enable to pursue continuous and autonomous learning, ensuring their update throughout the active life.*
- Be able to intervene at the level of innovation in the Biomedical Engineering domains, solving problems in new situations, in broad and multidisciplinary contexts.*
- Be able to work autonomously, assuming responsibilities in planning and management of projects and structures in the area of Biomedical Engineering.*
- Be capable of establishing and coordinating interdisciplinary teams in institutions related to Biological and Medical sciences.*

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

*A FCTUC dedica-se ao ensino e investigação nos domínios das ciências exatas, naturais, da engenharia e da arquitetura e nas áreas pluri e interdisciplinares que os envolvam. Tem por missão e estratégia a criação, análise, crítica e disseminação de conhecimento científico, tecnológico, de engenharia e cultural, contribuindo para o desenvolvimento de Portugal e do mundo através do ensino, da investigação e da prestação de serviços à comunidade.*

*O MEB é um excelente exemplo de um programa de estudos especializados pluri e interdisciplinar. Congrega conhecimento criado e ensinado em quase todos os Departamentos da FCTUC e ainda na FMUC e no ICNAS, em estreita ligação com 2 Laboratórios Associados e 10 unidades de I&D associadas à UC, avaliadas recentemente pela FCT com a classificação de Excelente ou Muito Bom. Esta interdisciplinaridade é real e comprovável pelo modo como funcionaram na UC desde 2002 os cursos de Engenharia Biomédica. Estará presente no MEB, na regência das diferentes unidades curriculares e na oferta de temas de dissertação de mestrado para a unidade curricular de Projeto. O objetivo de formar profissionais com elevada qualificação técnica e científica na área da Engenharia Biomédica é totalmente coerente com a missão e a estratégia da UC no ensino e investigação no domínio das ciências da engenharia, bem como na criação, análise, crítica e disseminação de conhecimento científico, tecnológico e de engenharia.*

*A importância de formar Engenheiros altamente qualificados numa área de grande impacto social e com elevada capacidade para contribuir para o desenvolvimento socioeconómico é ampliada pelos problemas colocados às sociedades pelo aumento da esperança de vida, pelo envelhecimento da população e pela necessidade de controlar os gastos no sector da saúde. As soluções de Engenharia têm e terão um profundo impacto a todos os níveis da prestação de cuidados de saúde e na gestão dos seus prestadores. São ainda essenciais na promoção de um envelhecimento ativo e saudável, área em que Coimbra é Região de Referência Europeia.*

*A FCTUC e a FMUC, sendo escolas de referência nas áreas da Engenharia e das Ciências Biomédicas, têm a obrigação*

*de oferecer programas de estudos em Engenharia Biomédica. Tal é reforçado pela existência nestas escolas de centros de excelência, com investigação fundamental e aplicada na área da Engenharia Biomédica.*

*O MEB dá corpo à missão formativa da UC numa área fundamental, de grande expansão e impacto socioeconómico. Trata-se de dotar a sociedade de Engenheiros Biomédicos qualificados, capazes de intervir e liderar em diferentes contextos: universidades, hospitais, laboratórios, indústria, organismos reguladores. É, pois, parte indispensável da estratégia de oferta formativa da UC na área da Engenharia Biomédica, onde tem e pretende continuar a ter uma oferta formativa completa, consentânea com a sua importância social e com a excelência do conhecimento nela produzido.*

### 3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

*FCTUC is dedicated to teaching and research in the domains of natural and exact sciences, engineering and architecture and in the pluri- and interdisciplinary areas involving them. Its mission and strategy are the creation, analysis, critic and dissemination of scientific, technological, engineering and cultural knowledge, contributing to the development of Portugal and the world, through teaching, research and services provision to the community.*

*The MEB is an excellent example of a pluri- and interdisciplinary study program. It congregates knowledge created and taught in almost all Departments of FCTUC and in FMUC and ICNAS, in close connection with 2 Associated Laboratories and 10 R&D Centers associated to UC, recently evaluated by FCT as Excellent or Very Good. This interdisciplinary is real and verifiable by the way how the Biomedical Engineering study programs worked in UC since 2002. It will be present in the MEB, through the responsibility for the different curricular units and on the offer of M.Sc. Thesis projects for the curricular unit of Project.*

*The goal of training professionals with high technical and scientific qualification in Biomedical Engineering is completely coherent with the mission and strategy of UC in teaching and research on the domain of engineering sciences, as well as in the creation, analysis, critic and dissemination of scientific, technological and engineering knowledge.*

*The importance of training highly qualified engineers in an area of large social impact with a high potential to contribute for socio-economic development is amplified by the challenges faced by modern societies due to the increase of life expectancy, the ageing of population and the need to control the rising cost of health systems. Engineering solutions have and will continue to have a deep impact at all levels of healthcare and on the management of its providers. They are also essential in promoting a healthy and active ageing, area where Coimbra is a European reference site.*

*FCTUC and FMUC, being reference schools in the areas of Biomedical Engineering and Biomedical Sciences, must have a full educational offer in Biomedical Engineering. This is strengthened by the presence in these schools of research centers of excellence with fundamental and applied research in Biomedical Engineering.*

*The MEB embodies the training mission of UC in a fundamental area, undergoing large expansion and with high socio-economic impact. It's about providing the society with qualified Biomedical Engineers capable of intervene and lead in different contexts: universities, hospitals, laboratories, industry, regulation agencies. The MEB is an indispensable part of the educational offer strategy in Biomedical Engineering, where the UC has, and intends to keep having, a full educational offer, consistent with its social relevance and with the excellence of the knowledge that produces.*

## 4. Desenvolvimento curricular

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

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

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura:

Biomateriais  
Imagem e Radiação  
Informática Clínica e Bioinformática  
Instrumentação Biomédica  
Neurociências

Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

Biomaterials  
Image and Radiation  
Clinical Informatics and Bioinformatics  
Biomedical Instrumentation  
Neurosciences

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

Mapa II - Biomateriais

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Biomédicas / Biomedical Sciences	CBIO	6	0	até 18 ECTS optativos / up to 18 ECTS optional
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	EBIOM	72	0	até 30 ECTS optativos / up to 30 ECTS optional
Gestão / Management	GES	12	0	
Opção Aberta / Open Optional	OA	0	0	até 12 ECTS optativos / up to 12 ECTS optional
<b>(4 Items)</b>		<b>90</b>	<b>0</b>	

**Mapa II - Imagem e Radiação**

**4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**  
***Imagem e Radiação***

**4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
***Image and Radiation***

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Biomédicas / Biomedical Sciences	CBIO	18	0	até 18 ECTS optativos / up to 18 ECTS optional
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	ENGBIOM	60	0	até 30 ECTS optativos / up to 30 ECTS optiona
Gestão / Management	GES	12	0	
Opção Aberta / Open Optional	OA	0	0	até 12 ECTS optativos / up to 12 ECTS optiona
<b>(4 Items)</b>		<b>90</b>	<b>0</b>	

**Mapa II - Informática Clínica e Bioinformática**

**4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**  
***Informática Clínica e Bioinformática***

**4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
***Clinical Informatics and Bioinformatics***

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Biomédicas / Biomedical Sciences	CBIO	0	0	até 18 ECTS optativos / up to 18 ECTS optional
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	ENGBIOM	78	0	até 30 ECTS optativos / up to 30 ECTS optional
Gestão / Management	GES	12	0	
Opção Aberta / Open Optional	OA	0	0	até 12 ECTS optativos / up to 12 ECTS optional
<b>(4 Items)</b>		<b>90</b>	<b>0</b>	

## Mapa II - Instrumentação Biomédica

### 4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Instrumentação Biomédica*

### 4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Biomedical Instrumentation*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Biomédicas / Biomedical Sciences	CBIO	0	0	até 18 ECTS optativos / up to 18 ECTS optional
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	ENGBIOM	78	0	até 30 ECTS optativos / up to 30 ECTS optional
Gestão / Management	GES	12	0	
Opção Aberta / Open Optional	OA	0	0	até 12 ECTS optativos / up to 12 ECTS optional
<b>(4 Items)</b>		<b>90</b>	<b>0</b>	

## Mapa II - Neurociências

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências Biomédicas / Biomedical Sciences	CBIO	18	0	até 18 ECTS optativos / up to 18 ECTS optional
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	ENGBIOM	60	0	até 30 ECTS optativos / up to 30 ECTS optional
Gestão / Management	GES	12	0	
Opção Aberta / Open Optional	OA	0	0	até 12 ECTS optativos / up to 12 ECTS optional
<b>(4 Items)</b>		<b>90</b>	<b>0</b>	

### 4.3 Plano de estudos

#### Mapa III - Biomateriais - 1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semesters

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

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

##### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semesters*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+20PL+ 6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica /Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Processos de Gestão/Management Processes	GES	Semestral	162	42T+14OT	6	
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional



RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia/ Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

(26 Items)

**Mapa III - Biomateriais - 1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Biomateriais*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Biomaterials*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação /Diagnosis and Self-Regulation Algorithms	ENGBIOM	Semestral	162	28T+37PL+5OT	6	opção/optional
Biologia do Envelhecimento /Biology of Ageing	CBIO	Semestral	162	24T+12TP+2S+ 2OT	6	opção/optional
Complementos de Investigação Operacional / Complements of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Computação Evolucionária /Evolutionary Computation	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Computação Gráfica e Realidade Aumentada/Computer Graphics and Augmented Reality	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28OT	6	opção/optional
Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas/ Dosimetry, Radiation Protection and Safety	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28TP	6	opção/optional
Espetroscopia Biomolecular / Biomolecular Spectroscopy	CBIO	Semestral	162	40T+7TP+4OT+3O	6	opção/optional
Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica/Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics	CBIO	Semestral	162	28T+16TP+12OT	6	opção/optional
Gestão de Projetos de Software/Software Project Management	ENGBIOM	Semestral	162	20T+40PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação Médica e Hospitalar/Hospital and Medical Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28S	6	opção/optional
Instrumentação Optoelectrónica / Optoelectronic Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	24T+24TP+8PL	6	opção/optional

Integração de Sistemas/Systems Integration	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42PL+2O	6	opção/optional
Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia / Introduction to Nuclear Chemistry and Radiopharmacy	CBIO	Semestral	162	28TP+16PL+3S +3OT	6	opção/optional
Materiais para Bioengenharia/ Materials for Bioengineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+21TP+7OT	6	opção/optional
Mecatrónica/ Mechatronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Modelação Quantitativa em Biologia/Quantitative Modeling in Biology	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Nanobiomateriais/ Nanobiomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Neurobiologia II/Neurobiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14TP+2S	6	opção/optional
Neurofarmacologia/ Neuropharmacology	CBIO	Semestral	162	42T+14TP	6	opção/optional
Revestimento de Superfícies/Surface Coatings	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Técnicas de Análise de Materiais/ Experimental techniques for Materials Characterization	ENGBIOM	Semestral	162	14T+42PL	6	
Técnicas de Instrumentação e Controlo/ Instrumentation and Control Techniques	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional/Planning and Operational Management Techniques	GES	Semestral	162	56TP	6	
Tecnologias e Análise de Dados em Genómica/ Technologies and Data Analysis in Genomics	ENGBIOM	Semestral	162	14T+28TP+10OT	6	opção/optional
Visão Computacional e Percepção Biológica/Computer Vision and Biological Perception	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14S+14OT	6	opção/optional

**(25 Items)**

### Mapa III - Biomateriais - 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

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

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

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional

Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+20PL +6S	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele- Saúde/Clinical Informatics and Tele- Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica /Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática /Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
Projeto/Project	ENGBIOM	Semestral	486	n.a.	18	
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia/ Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

**(25 Items)****Mapa III - Biomateriais - 2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Biomateriais*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Biomaterials*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto/Project <b>(1 Item)</b>	ENGBIOM	Semestral	810	n.a.	30	

**Mapa III - Imagem e Radiação - 1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Imagem e Radiação****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****Image and Radiation****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade /Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica /Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+20PL +6S	6	
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Processos de Gestão/Management Processes	GES	Semestral	162	42T+14OT	6	
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional

Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos /Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia /Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

**(26 Items)**

### Mapa III - Imagem e Radiação - 1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester

#### 4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Imagem e Radiação*

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Image and Radiation*

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação /Diagnosis and Self-Regulation Algorithms	ENGBIOM	Semestral	162	28T+37PL+5OT	6	opção/optional
Biologia do Envelhecimento /Biology of Ageing	CBIO	Semestral	162	24T+12TP+2S +2OT	6	opção/optional
Complementos de Investigação Operacional/ Complements of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Computação Evolucionária /Evolutionary Computation	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Computação Gráfica e Realidade Aumentada/Computer Graphics and Augmented Reality	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28OT	6	opção/optional
Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas/ Dosimetry, Radiation Protection and Safety	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28TP	6	opção/optional
Espetroscopia Biomolecular/ Biomolecular Spectroscopy	CBIO	Semestral	162	40T+7TP+4OT+3O	6	opção/optional
Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica/Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics	CBIO	Semestral	162	28T+16TP+12OT	6	
Gestão de Projetos de Software/Software Project Management	ENGBIOM	Semestral	162	20T+40PL+2O	6	6opção/optional
Instrumentação Médica e Hospitalar/Hospital and Medical Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28S	6	opção/optional
Instrumentação Optoelectrónica /Optoelectronic Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	24T+24TP+8PL	6	opção/optional
Integração de Sistemas/Systems Integration	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42PL+2O	6	opção/optional
Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia /Introduction to Nuclear Chemistry and Radiopharmacy	CBIO	Semestral	162	28TP+16PL+3S +3OT	6	

Materials para Bioengenharia/ Materials for Bioengineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+21TP+7OT	6	opção/optional
Mecatrónica/ Mechatronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Modelação Quantitativa em Biologia/Quantitative Modeling in Biology	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Nanobiomateriais/ Nanobiomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Neurobiologia II/Neurobiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14TP+2S	6	opção/optional
Neurofarmacologia/ Neuropharmacology	CBIO	Semestral	162	42T+14TP	6	opção/optional
Revestimento de Superfícies/Surface Coatings	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Técnicas de Análise de Materiais/ Experimental techniques for Materials Characterization	ENGBIOM	Semestral	162	14T+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Instrumentação e Controlo/ Instrumentation and Control Techniques	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional/Planning and Operational Management Techniques	GES	Semestral	162	56TP	6	
Tecnologias e Análise de Dados em Genómica/ Technologies and Data Analysis in Genomics	ENGBIOM	Semestral	162	14T+28TP+10OT	6	opção/optional
Visão Computacional e Percepção Biológica/Computer Vision and Biological Perception	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14S+14OT	6	opção/optional

**(25 Items)**

### Mapa III - Imagem e Radiação - 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

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

**Imagem e Radiação**

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

**Image and Radiation**

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

**2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester**

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica /Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional

Fundamentos de Investigação Operacional /Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica/ Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
Projeto/Project	ENGBIOM	Semestral	486	n.a	18	
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia/ Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

(25 Items)

**Mapa III - Imagem e Radiação - 2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Imagem e Radiação*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Image and Radiation*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto/Project (1 Item)	ENGBIOM	Semestral	810	n.a.	30	

**Mapa III - Informática Clínica e Bioinformática - 1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Informática Clínica e Bioinformática***

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
***Clinical Informatics and Bioinformatics***

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
***1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester***

**4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica /Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia /Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+20PL +6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Integração de Sistemas/Systems Integration	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42PL+2O	6	
Instrumentação para Imagiologia Médica/ Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/ Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Processos de Gestão/Management Processes	GES	Semestral	162	42T+14OT	6	
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional



Tecnologias de Investigação em Neurobiologia/ Research Technologies in Neurobiology ENGBIOM Semestral 162 14TP+42PL 6 opção/optional  
(26 Items)

### Mapa III - Informática Clínica e Bioinformática - 1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester

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

*Informática Clínica e Bioinformática*

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

*Clinical Informatics and Bioinformatics*

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação /Diagnosis and Self-Regulation Algorithms	ENGBIOM	Semestral	162	28T+37PL+5OT	6	
Biologia do Envelhecimento /Biology of Ageing	CBIO	Semestral	162	24T+12TP+2S +2OT	6	opção/optional
Complementos de Investigação Operacional /Complements of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Computação Evolucionária /Evolutionary Computation	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Computação Gráfica e Realidade Aumentada/Computer Graphics and Augmented Reality	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28OT	6	opção/optional
Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas/ Dosimetry, Radiation Protection and Safety	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28TP	6	opção/optional
Espectroscopia Biomolecular/ Biomolecular Spectroscopy	CBIO	Semestral	162	40T+7TP+4OT+3O	6	opção/optional
Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica/Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics	CBIO	Semestral	162	28T+16TP+12OT	6	opção/optional
Gestão de Projetos de Software/Software Project Management	ENGBIOM	Semestral	162	20T+40PL+2O	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	
Instrumentação Médica e Hospitalar/Hospital and Medical Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28S	6	opção/optional
Instrumentação Optoelectrónica/ Optoelectronic Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	24T+24TP+8PL	6	opção/optional
Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia /Introduction to Nuclear Chemistry and Radiopharmacy	CBIO	Semestral	162	28TP+16PL+3S +3OT	6	opção/optional
Materiais para Bioengenharia/ Materials for Bioengineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+21TP+7OT	6	opção/optional
Mecatrónica /Mechatronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Modelação Quantitativa em Biologia/Quantitative Modeling in Biology	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional

Nanobiomateriais/ Nanobiomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Neurobiologia II/Neurobiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14TP+2S	6	opção/optional
Neurofarmacologia/ Neuropharmacology	CBIO	Semestral	162	42T+14TP	6	opção/optional
Revestimento de Superfícies/Surface Coatings	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Técnicas de Análise de Materiais/ Experimental techniques for Materials Characterization	ENGBIOM	Semestral	162	14T+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Instrumentação e Controlo/ Instrumentation and Control Techniques	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional/ Planning and Operational Management Techniques	GES	Semestral	162	56TP	6	
Tecnologias e Análise de Dados em Genómica/ Technologies and Data Analysis in Genomics	ENGBIOM	Semestral	162	14T+28TP+10OT	6	opção/optional
Visão Computacional e Percepção Biológica/ Computer Vision and Biological Perception	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14S+14OT	6	opção/optional

**(25 Items)**

### Mapa III - Informática Clínica e Bioinformática - 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

#### 4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Informática Clínica e Bioinformática*

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Clinical Informatics and Bioinformatics*

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+ 20PL+6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional

Instrumentação para Imagiologia Médica/ Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
Projeto/Project	ENGBIOM	Semestral	486	n.a.	18	
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia /Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

**(25 Items)**

### Mapa III - Informática Clínica e Bioinformática - 2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester

**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**  
*Informática Clínica e Bioinformática*

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
*Clinical Informatics and Bioinformatics*

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto/Project (1 Item)	ENGBIOM	Semestral	810	n.a.	30	

### Mapa III - Instrumentação Biomédica - 1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester

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

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
*Biomedical Instrumentation*

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester*

**4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+ 20PL+6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica / Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Processos de Gestão/Management Processes	GES	Semestral	162	42T+14OT	6	
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia/ Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

**(27 Items)****Mapa III - Instrumentação Biomédica - 1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester**

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

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
***Biomedical Instrumentation***

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
***1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester***

**4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação /Diagnosis and Self-Regulation Algorithms	ENGBIOM	Semestral	162	28T+37PL+5OT	6	opção/optional
Biologia do Envelhecimento /Biology of Ageing	CBIO	Semestral	162	24T+12TP+2S+2OT	6	opção/optional
Complementos de Investigação Operacional/ Complements of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Computação Evolucionária /Evolutionary Computation	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Computação Gráfica e Realidade Aumentada/Computer Graphics and Augmented Reality	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28OT	6	opção/optional
Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas/ Dosimetry, Radiation Protection and Safety	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28TP	6	opção/optional
Espetroscopia Biomolecular/ Biomolecular Spectroscopy	CBIO	Semestral	162	40T+7TP+4OT+3O	6	opção/optional
Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica/Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics	CBIO	Semestral	162	28T+16TP+12OT	6	opção/optional
Gestão de Projetos de Software/Software Project Management	ENGBIOM	Semestral	162	20T+40PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação Médica e Hospitalar/Hospital and Medical Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28S	6	opção/optional
Instrumentação Optoelectrónica/ Optoelectronic Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	24T+24TP+8PL	6	
Integração de Sistemas/Systems Integration	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42PL+2O	6	opção/optional
Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia/ Introduction to Nuclear Chemistry and Radiopharmacy	CBIO	Semestral	162	28TP+16PL+ 3S+3OT	6	opção/optional
Materiais para Bioengenharia /Materials for Bioengineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+21TP+7OT	6	opção/optional
Mecatrónica/ Mechatronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Modelação Quantitativa em Biologia/Quantitative Modeling in Biology	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Nanobiomateriais/ Nanobiomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Neurobiologia II/Neurobiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14TP+2S	6	opção/optional
Neurofarmacologia/ Neuropharmacology	CBIO	Semestral	162	42T+14TP	6	opção/optional
Revestimento de Superfícies/Surface Coatings	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Técnicas de Análise de Materiais/ Experimental techniques for Materials Characterization	ENGBIOM	Semestral	162	14T+42PL	6	opção/optional

Técnicas de Instrumentação e Controlo /Instrumentation and Control Techniques	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	
Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional/ Planning and Operational Management Techniques	GES	Semestral	162	56TP	6	
Tecnologias e Análise de Dados em Genómica/ Technologies and Data Analysis in Genomics	ENGBIOM	Semestral	162	14T+28TP+10OT	6	opção/optional
Visão Computacional e Percepção Biológica/Computer Vision and Biological Perception	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14S+14OT	6	opção/optional

(25 Items)

### Mapa III - Instrumentação Biomédica - 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

#### 4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Instrumentação Biomédica*

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Biomedical Instrumentation*

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+ 20PL+6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional

Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	opção/optional
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
Projeto/Project	ENGBIOM	Semestral	486	n.a.	18	
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia /Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional

**(24 Items)**

### Mapa III - Instrumentação Biomédica - 2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester

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

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):  
*Biomedical Instrumentation*

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto/Project (1 Item)	ENGBIOM	Semestral	810	n.a.	30	

### Mapa III - Neurociências - 1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester

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

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):  
*Neurosciences*

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*1º ano, 1º semestre / 1st year, 1st semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Processamento de Imagem/Image Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	

Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos /Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+ 20PL+6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica/ Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Neurobiologia I/Neurobiology I	CBIO	Semestral	162	28T+22TP+2S	6	
Processos de Gestão/Management Processes	GES	Semestral	162	42T+14OT	6	
Engenharia Bioquímica /Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional

**(26 Items)**

### Mapa III - Neurociências - 1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester

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

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
**Neurosciences**

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**



**1º ano, 2º semestre / 1st year, 2nd semester****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

<b>Unidade Curricular / Curricular Unit</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação /Diagnosis and Self-Regulation Algorithms	ENGBIOM	Semestral	162	28T+37PL+5OT	6	opção/optional
Biologia do Envelhecimento /Biology of Ageing	CBIO	Semestral	162	24T+12TP+ 2S+2OT	6	opção/optional
Complementos de Investigação Operacional/ Complements of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Computação Evolucionária / Evolutionary Computation	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Computação Gráfica e Realidade Aumentada/Computer Graphics and Augmented Reality	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28OT	6	opção/optional
Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas/ Dosimetry, Radiation Protection and Safety	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28TP	6	opção/optional
Espectroscopia Biomolecular/ Biomolecular Spectroscopy	CBIO	Semestral	162	40T+7TP+4OT+3O	6	opção/optional
Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica/Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics	CBIO	Semestral	162	28T+16TP+12OT	6	opção/optional
Gestão de Projetos de Software/Software Project Management	ENGBIOM	Semestral	162	20T+40PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação Médica e Hospitalar/Hospital and Medical Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28S	6	opção/optional
Instrumentação Optoelectrónica/ Optoelectronic Instrumentation	ENGBIOM	Semestral	162	24T+24TP+8PL	6	opção/optional
Integração de Sistemas/Systems Integration	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42PL+2O	6	opção/optional
Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia/ Introduction to Nuclear Chemistry and Radiopharmacy	CBIO	Semestral	162	28TP+16PL+3S +3OT	6	opção/optional
Materiais para Bioengenharia/ Materials for Bioengineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+21TP+7OT	6	opção/optional
Mecatrónica/ Mechatronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Modelação Quantitativa em Biologia/Quantitative Modeling in Biology	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Nanobiomateriais/ Nanobiomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Neurobiologia II/Neurobiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14TP+2S	6	
Neurofarmacologia/ Neuropharmacology	CBIO	Semestral	162	42T+14TP	6	
Revestimento de Superfícies/Surface Coatings	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Técnicas de Análise de Materiais/ Experimental techniques for Materials Characterization	ENGBIOM	Semestral	162	14T+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Instrumentação e Controlo/ Instrumentation and Control Techniques	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	opção/optional
Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional/Planning and Operational Management Techniques	GES	Semestral	162	56TP	6	
Tecnologias e Análise de Dados em Genómica/ Technologies and Data Analysis in Genomics	ENGBIOM	Semestral	162	14T+28TP+10OT	6	opção/optional

Visão Computacional e Percepção  
 Biológica/Computer Vision and Biological  
 Perception ENGBIOM Semestral 162 42T+14S+14OT 6 opção/optional  
 (25 Items)

### Mapa III - Neurociências - 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

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

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Neurosciences

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: 2º ano, 1º semestre / 2nd year, 1st semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Computacional/ Machine Learning	ENGBIOM	Semestral	162	28T+26PL+2O	6	opção/optional
Bases de Dados e Análise de Informação/Databases and Information Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+5OT	6	opção/optional
Biocompatibilidade/ Biocompatibility	ENGBIOM	Semestral	162	28T+42TP	6	opção/optional
Biologia Celular do Desenvolvimento Humano/Cellular Biology of the Human Development	CBIO	Semestral	162	42T+28PL	6	opção/optional
Bioquímica da Imagem/Image Biochemistry	CBIO	Semestral	162	20T+15PL+5S	6	opção/optional
Biosensores e Sinais Biomédicos/ Biosensors and Biomedical Signals	ENGBIOM	Semestral	162	28TP+28PL	6	opção/optional
Complementos de Electrónica/ Complements of Electronics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Dosimetria da Radiação e Radiobiologia/ Radiation Dosimetry and Radiobiology	CBIO	Semestral	162	12T+27TP+20PL+ 6S	6	opção/optional
Engenharia de Tecidos/Tissue Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Fundamentos de Investigação Operacional/ Fundamentals of Operational Research	ENGBIOM	Semestral	162	56TP	6	opção/optional
Fundamentos de Robótica e Biónica/ Fundamentals of Robotics and Bionics	ENGBIOM	Semestral	162	10TP+20PL	6	opção/optional
Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde/Clinical Informatics and Tele-Health Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Instrumentação para Imagiologia Médica/ Instrumentation for Medical Imaging	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+14S	6	opção/optional
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados/Interfaces and Data Acquisition Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Bioinformática/ Bioinformatics	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Medicina Regenerativa /Regenerative Medicine	CBIO	Semestral	162	28T+20PL+8OT	6	opção/optional
Engenharia Bioquímica/ Biochemical Engineering	ENGBIOM	Semestral	162	42T+14PL	6	opção/optional

Projeto/Project	ENGBIOM	Semestral	486	n.a.	18	
RMN Biomédico e Imagiologia Molecular/Biomedical NMR and Molecular Imaging	CBIO	Semestral	162	40T+10PL+9S	6	opção/optional
Reconhecimento de Padrões/Pattern Recognition	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL+2O	6	opção/optional
Robótica Médica/Medical Robotics	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sensores Inteligentes/Smart Sensors	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Sistemas Embebidos/ Embedded Systems	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	opção/optional
Tecnologias de Investigação em Neurobiologia /Research Technologies in Neurobiology	ENGBIOM	Semestral	162	14TP+42PL	6	

**(25 Items)**

### Mapa III - Neurociências - 2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester

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

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**  
*Neurosciences*

**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º ano, 2º semestre / 2nd year, 2nd semester*

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto/Project (1 Item)	ENGBIOM	Semestral	810	n.a.	30	

### 4.4. Unidades Curriculares

#### Mapa IV - Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Interfaces e Sistemas de Aquisição de Dados*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Interfaces and Data Acquisition Systems*

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

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*162*

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

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge Afonso Cardoso Landeck (T: 28; PL: 28)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Compreender a arquitetura global de um sistema de aquisição de dados digital.*

- *Identificação e localização das diferentes tarefas/funções envolvidas.*
- *Identificar as diferentes limitações físicas e técnicas dos sistemas de aquisição de dados.*
- *Desenvolver a capacidade de utilizar e especificar sistemas de aquisição.*
- *Obter conhecimentos básicos sobre sensores e redes de comunicação de dados.*
- *Utilização de ferramentas de análise e processamento de dados (Matlab).*

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

- *Understand the global architecture of data acquisition systems.*
- *Identify and characterize the different tasks and functions of a data acquisition system.*
- *Identify the physical and technical limitations of data acquisition systems and the associated instrumentation.*
- *Develop the skills to use and specify data acquisition systems.*
- *Learn basic and intermediate concepts of sensor elements and data communication networks.*
- *Use data analysis tools for data processing (Matlab) in the scope of data acquisition systems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Sistemas de aquisição de dados***Arquitetura genérica. Caracterização e avaliação de desempenho. Exemplos.***2. Transdutores***Definições, características e terminologia. Tipos principais de sensores. Calibração e compensação***3. Condicionamento e multiplexagem***Pontes de medida. Amplificação. Amplificadores operacionais. Amplificadores de instrumentação e de isolamento.***4. Ruído***Medidas de caracterização de ruído. Ruído intrínseco: térmico, quântico e 1/f. Acoplamento de ruído extrínseco. Métodos de eliminação de ruído. Anéis de terra.***5. Conversão Analógico-Digital***Amostragem periódica de sinais. Teorema da amostragem de Nyquist. Erros de quantização e de não linearidade. Relação sinal-ruído e resolução real. Caracterização dos conversores. Principais tipos de conversores.***6. Análise e filtragem***Propriedades dos sinais analógicos e digitais. Análise do espectro de frequência. Sistemas lineares. Auto correlação, correlação cruzada e convolução. Filtros digitais FIR e IIR.***4.4.5. Syllabus:****1. Data Acquisition Systems***Generic Architecture. Characterization and performance evaluation. Examples.***2. Transducers***Definitions, characteristics and terminology. Main types of sensors. Calibration and compensation.*

**3. Signal Conditioning and Multiplexing**

*Measurement bridges. Amplification. Operational amplifiers. Instrumentation and isolation amplifiers.*

**4. Noise**

*Noise characterization measurements. Intrinsic noise: thermal, quantum, and 1/f. Extrinsic noise coupling. Methods for noise elimination. Ground loops.*

**5. Analog-to-Digital Conversion**

*Periodic sampling of signals. Nyquist sampling theorem. Quantization and non-linearity errors. Signal to Noise Ratio and Effective Number of Bits. Test and characterization of converters. Main type of converters.*

**6. Analysis and filtering**

*Properties of analog and digital signals. Analysis of the frequency spectrum. Linear systems. Autocorrelation, cross-correlation and convolution. FIR and IIR digital filters.*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os conteúdos programáticos seguem a descrição e estrutura de um sistema de aquisição de dados. Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos, de grau intermédio, sobre as diferentes componentes deste tipo de sistemas desde a interface com o mundo físico até ao ambiente elaboração de algoritmos de tratamento dos dados adquiridos. O programa é sequencial nessa arquitectura do sistema de aquisição, embora alguns aspectos como o ruído, possam ser considerados transversais. Pretende-se que o aluno perceba que apesar da heterogeneidade de sistemas de aquisição de dados, existe uma matriz comum adaptável a cada aplicação.*

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

*The program contents follow the description and the structure of a data acquisition system. It is intended that students acquire intermediate level knowledge on the various components of such systems starting on the interface with the physical world to the development tools of algorithms for processing the acquired data. The program contents follow the natural sequential order of DAQ system components, although some aspects such as noise analysis, can be considered to have a wide approach. It is intended that the student note that despite the heterogeneity of data acquisition systems, there is a common frame that can be adapted to each application.*

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

- *Apresentação dos diferentes conteúdos lectivos ilustrados com aulas laboratoriais, resolução de exercícios teórico-práticos e trabalhos de programação em Matlab.*
- *Os alunos serão incentivados a trabalhar autonomamente e em grupo.*

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

- *Presentation of the syllabus with support of laboratory classes, problem solving and programming examples and challenges.*
- *Students are encouraged to work alone and in groups.*

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

*Pretende-se estimular os espírito crítico dos alunos através da apresentação dos fundamentos teóricos subjacentes a cada um dos itens do programa, assim como pelo resolução de exercícios e pela realização de trabalhos práticos de laboratório.*

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

*It is intended to stimulate students' critical spirit by presenting the theoretical basis underlying each of the items of the syllabus, as well as the solving of exercises and the practical work on the laboratory.*

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

- *Class presentations and notes*
- *John Bentley, Principles of Measurement, Pearson/Prentice Hall, 2005.*
- *Aurélio Campilho, Instrumentação Electrónica. Métodos e Técnicas de Medição, FEUP Edições, 2000.*
- *Maurizio Di Paolo Emilio, Data Acquisition Systems From Fundamentals to Applied Design, Springer, 2013.*
- *Data Acquisition Fundamentals, National Instruments, 2002.*

**Mapa IV - Instrumentação Médica e Hospitalar**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Instrumentação Médica e Hospitalar****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Hospital and Medical Instrumentation*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****ENGBIOM*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****TP: 28; S: 28*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****João Manuel Rendeiro Cardoso (TP: 28; S: 28)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Conhecimento geral da instrumentação hospitalar mais comum e dos seus princípios de funcionamento.  
Capacidade de interpretar as folhas de especificações dos fabricantes de instrumentação médica e hospitalar.  
Capacidade de realizar a interface entre o pessoal médico hospitalar e as empresas de instrumentação médica e hospitalar.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****General knowledge on the most common medical instrumentation and their operating principles.  
Ability to read and understand the data and specification sheets from medical and hospital instrumentation manufacturers.  
Ability to interface between hospital and medical personnel and medical instrumentation companies.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Conceitos básicos de instrumentação médica***
- 2. Sensores: princípios e conceitos básicos***
- 3. Biopotenciais: origem e instrumentação***
- 4. Medição da pressão sanguínea***
- 5. Medição de caudal e volume sanguíneo***
- 6. Medição de parâmetros do sistema respiratório***
- 7. Medição de gases no sangue***
- 8. Audiologia***
- 9. Instrumentação laboratorial clínica***
- 10. Instrumentação de diagnóstico oftalmológico***
- 11. Dispositivos terapêuticos***
- 12. Dispositivos protéticos***
- 13. Segurança eléctrica***

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Basic concepts of medical instrumentation*
2. *Sensors: principles and basic concepts*
3. *Biopotentials: origin and measurement instrumentation*
4. *Measurement of blood pressure*
5. *Measurement of blood flow and volume*
6. *Measurements of the respiratory system*
7. *Measurement of blood gases and glucose*
8. *Audiology*
9. *Clinical laboratory instrumentation*
10. *Instrumentation for diagnosis in ophthalmology*
11. *Therapeutic devices*
12. *Prosthetic devices*
13. *Electrical safety*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*O programa aborda os conceitos básicos da instrumentação médica (sinais, exactidão, precisão, comparação entre instrumentos, linearidade, características estáticas e dinâmicas) e percorre os diversos campos de aplicação. Ficam de fora os sistemas de imagiologia médica, leccionados noutras unidades curriculares. A opção por uma abordagem vasta, necessariamente não aprofundada, de praticamente todos os campos de aplicação da instrumentação médica permite alcançar os objectivos de proporcionar conhecimento geral da instrumentação hospitalar mais comum e seus princípios de funcionamento e de ensinar a interpretar as folhas de dados e especificações destes equipamentos. O programa inclui ainda seminários de instrumentação médica leccionadas por profissionais na área (engenheiros e clínicos) o que, com a formação de base dos estudantes, permite realizar o objectivo de formar profissionais com a capacidade de fazer a interface entre o pessoal médico e as empresas de instrumentação médica.*

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

*The syllabus covers the fundamentals of Medical Instrumentation (signals, accuracy, precision, comparison between instruments, linearity, static and dynamic characteristics) and addresses the different fields of application, with the exception of medical imaging systems, taught in other curricular units. The option for a wide approach, necessarily not in-depth, of virtually all fields of application of medical instrumentation enables to achieve the goals of providing general knowledge on the most common medical instrumentation and its operating principles and teaching how to understand the data sheets of this equipment. The syllabus also includes medical instrumentation seminars, taught by professionals (engineers and clinicians), which, together with the students basic training, allows to accomplish the goal of training professionals with the ability to make the interface between the medical staff and medical instrumentation companies.*

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

*O ensino é baseado em aulas teórico-práticas onde são apresentados os fundamentos e as aplicações da instrumentação mais comum nas instituições hospitalares, e em aulas de seminário em que diversos profissionais na área da Instrumentação Médica apresentam a sua experiência profissional ou os resultados da sua investigação. Os alunos visitarão serviços clínicos para conhecer a realidade das instituições hospitalares em termos de instrumentação médica e a perspectiva do pessoal médico sobre essa instrumentação.*

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

*Teaching is based on theoretical-practical classes where the fundamentals and applications of the more common instrumentation in hospitals are presented, and on seminars in which several professionals in the medical instrumentation field present their professional experience or the results of their research. Students will visit clinical services to know the current status of hospital institutions, in terms of medical instrumentation, and the views of medical personnel on this instrumentation.*

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

*As aulas teórico-práticas permitem transmitir a informação necessária para que os estudantes conheçam os instrumentos que utilização mais comum nos serviços médicos e hospitalares e os seus princípios de funcionamento. A componente prática inclui a resolução de exercícios baseados em exemplos reais de aplicação e com recurso a dados de desempenho e operação de instrumentos reais o que assegura o cumprimento do objectivo de ensinar a interpretar as folhas de dados e especificações destes equipamentos. As aulas de Seminário e a visitas de estudo proporcionam o contacto com profissionais fornecedores e utilizadores de instrumentação médica e suas carreiras e experiências o que constitui uma contribuição essencial para formar profissionais capazes de realizar a interface entre o pessoal médico e as empresas de instrumentação médica.*

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

*Theoretical-practical lessons allow transmitting the information required for knowing the more common instruments*

*used in clinical institutions and their operating principles. The practical component includes problem-solving classes based on real-world application examples and the use of performance and operation data from real instruments. This accomplishes the goal of teaching the students how to understand and use the medical instruments data sheets. Seminary classes and study visits provide contact with both suppliers and users of medical instrumentation and their careers and experiences. This is an essential contribution to train professionals able to perform the interface between the medical staff and medical instrumentation companies.*

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

*Medical Instrumentation: Application and Design, John G. Webster*

*Introdução à Instrumentação Médica. JH Correia; JP Carmo. Lidel 2013*

*Biomedical Photonics Handbook, Tuan Vo-Dinh, CRC, 2003*

*artigos de revistas científicas/papers in scientific journals*

### Mapa IV - Biologia Celular do Desenvolvimento Humano

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Biologia Celular do Desenvolvimento Humano*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Cellular Biology of the Human Development*

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

*CBIO*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 42; PL: 28*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*prevêem-se 2 turmas PL*

#### 4.4.1.7. Observations:

*there will be 2 PL groups*

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

*Rodrigo Pinto Santos Antunes Cunha (T: 30; 1.5\*(PL: 28))*

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

*Paula Maria Garcia Agostinho (T: 12; 0.5\*(PL: 28)); prevêem-se 2 turmas PL / there will be 2 PL groups*

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

*Explicar por meio de conceitos e de tecnologias comuns à Biologia Celular e Molecular, à Bioquímica e à Genética, como é que as células se desenvolvem, se propagam, comunicam e controlam a sua atividade. Como é que elas se desviam deste padrão de comportamento e quais as consequências clínicas destes desvios para a sobrevivência da célula como unidade e para o indivíduo como um todo. Saber aplicar/escolher as tecnologias adequadas ao estudo das funções celulares. Integrar os conhecimentos. Apresentar e interpretar resultados experimentais e avaliar as*



*possibilidades e implicações dos diagnósticos.*

*Aplicar e integrar os conhecimentos adquiridos na: compreensão dos mecanismos moleculares da doença; na resolução e interpretação de problemas relacionados com esses conhecimentos. Desenvolver a capacidade de auto-aprendizagem, pesquisa e escolha da informação adequada.*

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

*Explain through concepts and technologies common to Cellular and Molecular Biology, Biochemistry and Genetics how the cells develop, propagate, communicate and control their activity. How do they deviate from this pattern of behaviour and what are the clinical consequences of these deviations for cell survival as a unit and the individual as a whole. To apply / choose appropriate technologies to study cellular functions. Integrate knowledge. Present and interpret experimental results and evaluate the possibilities and implications of the diagnoses. Apply and integrate the knowledge gained in: the understanding of the molecular mechanisms of disease, the interpretation and solution of problems related to such knowledge. Develop the capacity for self-learning, research and information selection.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DE DIFERENTES TECIDOS** *Organização geral do metabolismo celular*

*Principais vias metabólicas*

*Hierarquização a guardar e queimar substratos energéticos*

*Princípios gerais de gestão metabólica a nível do organismo*

*Princípios gerais de gestão metabólica a nível celular*

*Processos celulares no hepatócito e adipócito*

*Processos celulares no neurónio e miócito*

**COMUNICAÇÃO CELULAR**

*Homeostase celular; Regulação e controlo*

*Princípios gerais de comunicação celular*

*Revisitar a cinética enzimática; alosteria e regulação*

*Enzimas, motores e decisores; Inibição enzimática*

*Receptores celulares*

*Segundos mensageiros*

*Integração de cascatas de sinalização*

**MECANISMOS CELULARES DE DIFERENCIAÇÃO**

*Desenvolvimento em mamíferos. Especificação celular, toti,pluti,multi,unipotência*

*Embriologia geral: fertilização e segmentação*

*Formação do embrião e dos anexos embrionários*

*Mecanismos celulares do desenvolvimento*

*Mecanismos moleculares do desenvolvimento*

*Manipulação genética no estudo do desenv*

**4.4.5. Syllabus:**

**METABOLIC CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TISSUES**

*General organization of cellular metabolism*

*Major metabolic pathways*

*Hierarchy to store and burn energy substrates*

*General principles of metabolic management at the level of the organism*

*General principles of metabolic management at the cellular level*

*Cellular processes in the hepatocyte and adipocyte*

*Cellular processes in the neuron and myocyte*

**CELL COMMUNICATION**

*Cellular homeostasis; Regulation and control*

*General principles of cell communication*

*Revisiting enzyme kinetics; Allostera and control*

*Enzymes, engines and decision-makers; Enzyme inhibition*

*Cell receptors*

*Second messengers*

*Integration of signalling cascades*

**MECHANISMS OF CELL DIFFERENTIATION**

*Development in mammals. Cell specification, toti,pluti,multi,unipotency*

*General embryology: fertilization and segmentation*

*Formation of the embryo and annexes*

*Cellular mechanisms of development*

*Molecular mechanisms of development*

*Genetic manipulations to study development*

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

***O programa cobre todos os objetivos não transversais da unidade curricular, sendo abordados com a profundidade necessária todos os tópicos mencionados.***

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

***The syllabus covers all non transversal objectives of the curricular unit. All the topics mentioned in the objectives are approached with the required depth.***

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

***Aulas teóricas magistrais, da responsabilidade quase exclusiva do docente, para apresentação de conceitos genéricos de regulação e de controlo a nível de uma célula, de um tecido e de um organismo.***

***Aulas teórico-práticas na forma de seminários orientados, com apresentações pelos discentes de temas propostos, seguidos de um período de discussão entre os discentes, coordenado pelo docente; estes contactos são terminados por um comentário e questões por parte do docente.***

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

***Traditional lectures, where it is the sole responsibility of the teacher to present general concepts of regulation and control within a cell, a tissue and an organism.***

***Theoretical-practical lessons in the form of oriented seminars with presentations by students of proposed topics, followed by a period of discussion among students, coordinated by the teacher; these contacts are terminated by a comment and questions from the teacher.***

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

***Os conhecimentos são transmitidos nas aulas magistrais, sendo as competências transversais (integração e aplicação de conhecimentos, apresentação e interpretação de resultados experimentais, resolução e interpretação de problemas, auto-aprendizagem, pesquisa e escolha da informação adequada) desenvolvidas nos seminários orientados.***

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

***Basic knowledge on this topic is acquired in the master classes, while transversal skills (integration and application of knowledge, presentation and interpretation of experimental results, interpretation and resolution of problems, self-learning, research and select the appropriate information) developed in the oriented seminars.***

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

***Gilbert, S.F. 'Biologia do Desenvolvimento', Fundação Calouste Gulbenkian, 2008***

***Slack, J.M.W. 'Essential Developmental Biology' (2nd Ed.), Blackwell, 2006***

***Koolman, J., Röhm, K.H. 'Color Atlas of Biochemistry', Thieme, 1996.***

***Cunha, R.A. 'Regulação Bioquímica', Cap. 17 in 'Bioquímica – Organização Molecular da Vida' (Quintas, A., Freire, A.P., Halpern, M.J.), 2009.***

**Mapa IV - Processos de Gestão**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Processos de Gestão***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Management Processes***

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

***GES***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***162***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

**T: 42; OT: 14**

**4.4.1.6. ECTS:**

**6**

**4.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**4.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

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

**Fernando Pedro Martins Bernardo (T: 42; OT: 14)**

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

**<sem resposta>**

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

***A disciplina de Processos de Gestão foi concebida para proporcionar aos estudantes uma visão global do funcionamento das organizações, desenvolver o raciocínio estratégico na análise de questões relevantes para as mesmas e adquirir conhecimentos específicos sobre as suas funções principais. Para esse efeito, a disciplina é perspectivada em si mesma enquanto uma organização de pessoas funcionando como uma comunidade de aprendizagem, com objectivos definidos e compromissos mútuos assumidos pelos alunos e respectivo docente. O posicionamento estratégico desta disciplina pauta-se pelos seguintes tópicos:***

***-Missão: Contribuir, através de um processo de aprendizagem participativo, para a formação de engenheiros com capacidade empreendedora e capazes de compreender o funcionamento das organizações.***

***-Visão: Ser permanentemente um curso de referência no ensino da gestão e na fomentação do empreendedorismo em futuros engenheiros, em constante melhoria.***

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

***This course provides students with an overall perspective of how organizations function and helps developing their strategic thinking, besides training them on specific matters regarding different technical aspects of management, such as Financial Analysis, Analysis and Evaluation of Investment Projects, Analysis of the Strategic Positioning of new Ventures, among others. The course has also an important aim to foster students' proactivity and entrepreneur ability, which will developed during the course duration by assigning a project for the study, analysis and creation of a new business venture.***

***-Mission Statement: To contribute, through an active and participated learning process, to the preparation and training of future engineers, with entrepreneur ability and able to understand the way organizations work.***

***Vision: To be permanently a discipline of reference in the teaching of management and entrepreneurship to future engineers, under continuous improvement.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1- Introdução ao Conceito de Empresa***

- Objectivos e Missões das Organizações***
- Aspectos Básicos de Estratégia das Organizações***
- As diferentes funções de gestão (aprovisionamento, produção, marketing, recursos humanos, finanças, I&D, logística, etc.)***
- Modos de organização interna e de funcionamento das organizações***
- Gestão orientada a processos***

***2- Marketing***

- Fundamentos do Marketing: da produção em massa até ao satisfazer e encantar dos clientes. Componentes do Marketing.***
- Estudos de mercado***
- Desenvolvimento de novos produtos.***
- O marketing-mix***

***3- Contabilidade***

- Enquadramento***

- **Património e Inventário**
- **Contas e Lançamentos Contabilísticos; o POC**
- **O Balanço e a Demonstração de Resultados Líquidos**

#### **4- Análise financeira**

- **Utilidade e metodologia utilizada**
- **Liquidez, Solvabilidade e Rentabilidade**
- **O método dos rácios**

#### **4.4.5. Syllabus:**

##### **1-Introduction to the Concept of an Organization.**

**Goals and Missions of Organizations. Basics of Organizational Strategy. The different management functions. Internal organization and functioning of organizations.**

##### **2-Marketing**

**The Components of Marketing. Market Research. Marketing mix. Development of new products. Marketing plans**

##### **3-Accounting**

**Motivation, scope and goals. Assets and inventory. Accounts and accounting entries; POC/SNC. The Balance Sheet and Income Statement**

##### **4-Financial analysis**

**Utility and methodology. Liquidity, Solvency and Profitability. The method of ratios. Dupont Analysis**

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

**A estratégia traçada para esta disciplina no sentido de garantir o alinhamento entre o seu funcionamento e os objectivos a atingir, decorre de uma estrutura de funcionamento assente na formação de equipas de alunos com cerca de 6 alunos. Tal permitirá colocar os alunos a trabalhar em equipa, organizando-se e trabalhando para objectivos comuns, e exercitando as suas competências de liderança, organização, proactividade, criatividade e cumprimento de compromissos e prazos. Para além deste nível, existe ainda o nível de aprendizagem individual, em que cada elemento é avaliado relativamente à apreensão dos aspectos mais técnicos, e o nível global, em que todos os grupos aprendem e interagem entre si, nomeadamente em sessões de apresentação. Adicionalmente, e para flexibilizar e agilizar o funcionamento da disciplina, cada grupo designa um porta-voz que terá assento no Conselho de Administração das disciplina.**

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

**The strategy outlined in this discipline for ensuring the alignment between the way it will functions and the underlying goals, is based upon a functional structure based on the formation of student teams with about 6 students each. This will lead students to work as team players, organizing themselves and working towards common goals, and exercising their skills of leadership, organization, proactiveness, creativity and to respect of commitments and deadlines. Beyond this level, there is still the level of individual learning, wherein each student is evaluated regarding the more technical aspects, and the overall level, in which all groups interact and learn, in particularly through presentation sessions. Additionally, in order to facilitate and streamline the operation of the course, each group will appoint a spokesperson who will sit on the Board of discipline.**

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

**A metodologia de ensino assenta em três níveis de organização dos alunos. Ao nível individual, cada aluno frequenta a disciplina, participando e apreendendo os aspectos técnicos fundamentais. Ao nível de grupo, os alunos propõem, analisam, desenvolvem e avaliam um conceito de negócio que resultou da sua análise estratégica do mercado, para além de outras actividades de aprendizagem propostas. Finalmente, ao nível da disciplina, todos os grupos interagem entre si, em sessões de apresentação de trabalhos e temas, envolvendo discussão, auto-avaliação e avaliação cruzada entre grupos.**

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

**The teaching methodology is based on three levels of organization. At the individual level, each student attends the discipline, participating and learning the fundamental technical aspects of the course. At the group level, students propose, analyze and develop a business concept, which was a result from their strategic analysis of the market. Finally, at the level of discipline, all groups interact with each other in sessions of presentation of their projects progress and other management topics, involving discussion, self-assessment and comparative evaluation between groups.**

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

*A estratégia de ensino acima descrita reproduz os diferentes níveis de participação de um futuro engenheiro na organização que o vai acolher. Vai por isso ao encontro do primeiro objectivo curricular de dar a conhecer a forma de funcionamento de uma organização, a qual é reforçada pela manutenção de um Conselho de Administração da disciplina, com representação dos grupos. A necessidade de melhoria contínua e do esforço continuado e persistente de todos os colaboradores também aparece na estrutura de avaliação contínua da disciplina, na qual não existe um exame final, mas vários momentos de avaliação de grupo e individual. Os conhecimentos técnicos que todos os alunos necessitam para desenvolver os trabalhos são avaliados através de pequenos mini-testes individuais, visando garantir que todos os elementos dos grupos estão dotados do background necessário para levar a bom curso o projecto do seu grupo.*

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

*The teaching strategy described above reproduces the different levels of participation of a future engineer in the organization that will host him. It meets the first curricular objective, to make known the way of functioning of an organization, which is enhanced by maintaining a Board of discipline, with representation of every group. The need for continuous improvement and the continued and persistent effort of all employees also appears in the evaluation strategy of the discipline, which is based on continuous assessment, without a final exam but with several moments of individual and group assessment. The technical knowledge that all students need to have in order to develop their group work are evaluated through small individual mini-tests in order to ensure that all elements of the groups are endowed with the necessary background to successfully contribute to the project's work of their groups.*

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

*Drucker, P., Management: tasks, responsibilities, practices, Harper&Row (1985).*

*Kotler, P., Marketing Management:, Prentice Hall (1993); Lindon, D. et al., Mercator, Dom Quixote (2000).*

*Borges, A. et al, Elementos de Contabilidade Geral, Rei dos Livros (1993); Neves, J., Análise Financeira, Texto Editora (1989); Sousa, A., Introdução à Gestão - Uma abordagem Sistémica, Verbo, 1990; Pereira, Esteves, Contabilidade Geral, Editora Plátano.*

*Brealey, R. e S. Myers, Princípios de Finanças Empresariais, McGraw-Hill (1992).*

*Cohen, E., Análise Financeira, Editorial Presença (1990).*

*Neves, J., Análise Financeira, Texto Editora (1989).*

*Saias, L. et al., Gestão Financeira, Universidade Católica (1996).*

*Pedro M. Saraiva, Empreendedorismo: do conceito à aplicação, da ideia ao negócio, da tecnologia ao valor. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2ª ed., 2011.*

*ANJE, Manual de Apoio à Criação de Empresas, (1996).*

### Mapa IV - Espectroscopia Biomolecular

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Espectroscopia Biomolecular*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Biomolecular Spectroscopy*

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

*CBIO*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 40; TP: 7; OT: 4; O: 3*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*Maria Paula Matos Marques Catarro (T: 40; TP: 7; OT: 4; O: 3)*

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

*Maria Margarida Catalão Almiro e Castro*

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

*Esta unidade curricular tem por objectivo proporcionar aos alunos os conceitos básicos das técnicas espectroscópicas mais importantes, a capacidade de interpretar espectros básicos de moléculas simples e o modo como os parâmetros espectroscópicos obtidos são utilizados em bioquímica estrutural. Algumas destas técnicas são também fundamentais como aplicação em imageologia médica. As técnicas espectroscópicas cobertas são: ressonância magnética nuclear e ressonância paramagnética electrónica, espectroscopia de absorção electrónica, dicroísmo circular, luminescência, espectroscopia vibracional (absorção no infravermelho e Raman), difracção de raios-X e espectrometria de massa. Assim, o aluno deverá ser capaz de aplicar as técnicas espectroscópicas fundamentais à identificação, e caracterização estrutural e dinâmica de biomoléculas.*

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

*This CU has the objective of training the students in the basic concepts of the most important spectroscopic techniques, the capacity of interpreting basic spectra of simple molecules and the way the spectroscopic parameters are used in structural biochemistry. Some of these techniques are also fundamental in medical imaging applications. The spectroscopic techniques covered are: nuclear magnetic resonance (NMR) and electron paramagnetic resonance (EPR), electronic absorption spectroscopy, circular dichroism, luminescence, vibrational spectroscopy (IR absorption, Raman and INS), X-ray diffraction and mass spectrometry. Thus, the student will be able to apply the basic spectroscopic techniques to the identification, as well as structural and dynamical characterization of biomolecules.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Espectroscopia Molecular . Interação da radiação com a matéria. Tipos de espectroscopias: RMN, RPE, absorção electrónica, luminescência, vibracional - IV e Raman normal e de ressonância, dispersão da luz: elástica de Rayleigh, inelástica - dinâmica e Raman , difracção de electrões, microscopia electrónica, espectrometria de massa. Bases físicas, parâmetros espectrais, interpretação de espectros, aplicações em Bioquímica, Biofísica, Biologia e Medicina. Como exemplos, explicita-se em RMN: Exemplos em sistemas biológicos: proteínas, ácidos nucleicos e membranas biológicas. Estudos metabólicos e clínicos. Introdução à imagem IRM. Agentes de contraste. RPE: armadilhas de spin, sondas de spin e metaloproteínas. Absorção electrónica: cromóforos, intensidades das bandas, hipocromismo, actividade óptica das bandas de transição electrónica – rotação óptica e dicroísmo circular. Luminescência: fluorescência e fosforescência, rendimento quântico, quenching.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction to molecular spectroscopy. Interaction of radiation with matter. Types of spectroscopies: NMR, EPR, Electronic absorption (UV-Vis), luminescence, vibrational – IR and Raman (normal and resonance), Light scattering - Rayleigh inelastic, dynamic and Raman (normal and resonance), electron diffraction, electron microscopy and mass spectrometry. For each technique: physical basis, spectral parameters and interpretation, applications in Biochemistry, Biophysics, Biology and Medicine. As examples, the following are shown in more detail. NMR: examples in biological systems: proteins, nucleic acids and biomembranes. Metabolic and clinical studies. Introduction to MRI. Contrast agents. In EPR: Spin traps, spin probes, metalloproteins. In Uv-VIS: chromophores, selection rules and band intensities, hypochromism, optical activity of ORD and CD bands. In luminescence: fluorescence and phosphorescence, quantum yields, quenching.*

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

*O objectivo fundamental desta UC é aprendizagem dos conceitos básicos das principais técnicas espectroscópicas, de interpretar espectros simples com vista a aplicação em Bioquímica Estrutural e Funcional, assim como em Química Medicinal. O conteúdo programático proposto contém tópicos relativos a cada um dos temas principais leccionados, reflectindo a preocupação em transmitir aos alunos os avanços essenciais da ciência nesta área do conhecimento, com particular realce para as aplicações na área da Saúde Humana.*

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

*The main goal of this CU is acquiring knowledge regarding the basic concepts of the main spectroscopic techniques, to*

*be able to interpret simple spectra with the aim of introducing them to application in Structural and Functional Biochemistry, as well as in Medicinal Chemistry. The proposed syllabus comprises topics dedicated to each one of the fundamental topics covered in class, reflecting the care in teaching the main scientific achievements within this field of knowledge, particularly regarding the applications in the field of Human Health.*

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

- *teórico (T): leccionados os temas essenciais do programa da UC, usando meios audio-visuais e internet. A participação activa dos alunos será encorajada, favorecendo a interactividade nas aulas.*
- *teórico-prático (TP): alunos resolvem problemas e interpretam espectros ("dry lab") associados às várias técnicas leccionadas nas aulas teóricas. As aulas têm formato tutorial, com a participação no ensino e no esclarecimento de dúvidas por alunos de Mestrado em Bioquímica que frequentam nesse ano a UC Práticas Tutoriais II.*
- *a capacidade do aluno resolver problemas é um objectivo fundamental.*

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

- *theoretical (T): the main subjects from the UC's program will be taught, using suitable audio-visual methodologies and internet. Active participation from the students will be strongly encouraged.*
- *theoretical-practical (TP): students solve problems and interpret spectra ("dry lab") associated with the techniques taught at the theoretical classes. The classes have a tutorial nature, with the participation in the teaching and clarification of doubts of the students of the Master course in Biochemistry.*
- *the capacity of the student for solving practical problems the fundamental objective*

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

*Os métodos de ensino propostos enquadram-se no âmbito dos objectivos desta UC, já que, além das aulas presenciais relativas a cada tema, incluem aulas teórico-práticas de resolução de problemas, interpretação de espectros e esclarecimento de dúvidas. Essas aulas têm a participação tutorial de alunos de Mestrado, mais experientes e próximos das necessidades e dificuldades de aprendizagem dos alunos. Deste modo é dada oportunidade aos alunos para contactarem e apreenderem os avanços mais relevantes e actuais nesta área do conhecimento em Biociências.*

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

*The teaching methodologies proposed for this CU are fully within its major learning outcomes, since, besides the face-to-face classes focusing each subject, they include theoretical-practical classes of problem solving, spectra interpretation and explanation of difficulties. These classes have the tutorial participation of MSc students, who are more experienced in the contents of the CU, and closer to their needs and difficulties. Hence, the students will be given the opportunity of getting acquainted with the most relevant and up-to-date developments in this particular field of knowledge in Biosciences.*

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

- *"Ressonância Magnética Nuclear- Fundamentos, Métodos e Aplicações", V.M.S. Gil e C.F.G.C. Geraldês, Fundação Calouste Gulbenkian, 2.ª edição, Lisboa, 2002*
- *"Physical Biochemistry", K.E. Van Holde, Prentice Hall, N. Jersey, 1985.*
- *"Biophysical Chemistry, Part II: Techniques for the Study of Biological Structure and Function", C: R. Cantor e P. R. Schimmel, Freeman, New York, 1980.*
- *"Physical Methods for Chemists", R.S. Drago, Saunders, Ft. Worth, 1992.*
- *"Biomolecular NMR Spectroscopy", J.N.S Evans, Oxford University Press (1995)*
- *"Fundamentals of Protein NMR Spectroscopy in Structural Biology", G.S. Rule e T.K. Hitchens, Springer (2005)*
- *"Protein NMR for the Millenium", N.R. Krishna, L.J. Berliner, Springer (2003).*
- *"Mass Spectrometry in Biophysics: Conformation and Dynamics of Biomolecules", Kaltashov I. A. e Eyles S. J., Wiley and Sons, Inc., 2005.*
- *"Vibrational spectroscopy in Life Sciences" - F. Siebert and P. Hildebrandt, Wiley 2007*

### Mapa IV - Integração de Sistemas

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Integração de Sistemas*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Systems Integration*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 28; PL: 42; O: 2****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Carlos Nuno Laranjeiro (T: 28; PL: 42; O: 2)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Com vista o otimizar a gestão das organizações, as suas múltiplas aplicações informáticas devem ser capazes de interagir entre si. Infelizmente, os programadores tendem a interligá-las de formas ad hoc, extremamente frágeis e pouco preparadas para evoluírem. Nesta disciplina abordamos múltiplas formas estruturadas de integrar aplicações, não só ao nível de uma organização, mas para além dela. É dada uma forte ênfase à integração utilizando middleware, em particular, utilizando abordagens como SOA (Service Oriented Architecture) e ESB (Enterprise Service Bus). É também objectivo a aquisição das seguintes 5 competências principais (segundo os descritores de Dublin):*

*- trabalho em grupo, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos;*

*e das seguintes 5 competências secundárias:*

*- análise e síntese, criatividade, iniciativa e espírito empreendedor, preocupação com a qualidade e planear e agir.*

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

*To optimize the management of organizations, enterprise applications should interact with each other. Unfortunately, as they were not designed for this, programmers tend to interconnect them using extremely fragile, ad hoc mechanisms that are poorly prepared to evolve. In this course we discuss ways to integrate enterprise applications, not only at the level of an organization, but among different organizations. We give a strong emphasis on middleware-based integration, using approaches such as SOA (Service Oriented Architecture) and ESB (Enterprise Service Bus). It is also intended that the student acquires/develops the following 5 core competencies (according to the Dublin descriptors):*

*- Teamwork, problem solving, critical thinking, independent learning and practical application of theoretical knowledge; and the following 5 secondary competencies:*

*- Analysis and synthesis, creativity, initiative and entrepreneurial spirit, concern for quality and planning and acting skills.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*- Tecnologias XML (XML, XSL, XSLT, XQUERY, etc.)*

*- Enterprise Java Beans and Java Persistence API*

*- Web Services e Web Services de 2a geração*

*- Integração de Sistemas Estruturada*

*\* Service Oriented Architecture (SOA)*

*\* Enterprise Service Bus (ESB)*

*- Middleware para Sistemas Empresariais*

*\* Transações distribuídas, transações de longa duração, atividades de negócio, middleware orientado às mensagens*

*- Integração de sistemas legados*



- **Segurança em sistemas empresariais de grande escala**
- **Fiabilidade e tolerância a falhas em sistemas empresariais**

#### 4.4.5. Syllabus:

- **XML Technologies (XML, XSL, XSLT, XQUERY, etc.)**
- **Enterprise Java Beans and Java Persistence API**
- **Web Services and 2nd generation Web Services**
- **Structured Systems Integration**
- \* **Service Oriented Architecture (SOA)**
- \* **Enterprise Service Bus (ESB)**
- **Middleware for Enterprise Systems**
- \* **Distributed transactions, long transactions, business activities, message-oriented middleware**
- **Integration of legacy systems**
- **Security for large-scale enterprise systems**
- **Reliability and fault-tolerance in enterprise systems**

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

**A integração de sistemas informáticos recorre fundamentalmente a tecnologias como XML, Enterprise Java Beans, Web services e middleware de suporte a mensagens, sendo todas elas cobertas no programa desta disciplina. Para além das tecnologias, estudamos formas estruturadas de construir aplicações mais escaláveis e capazes de se adaptarem a mudanças futuras. Para isso, abordamos a noção de Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), incluindo as suas tecnologias de suporte, os Enterprise Service Buses (ESB). Cobrimos ainda a noção de transação distribuída, dada a necessidade de interligar aplicações que utilizam recursos fisicamente dispersos e que podem envolver pessoas e múltiplas aplicações, prolongando-se por longos períodos de tempo. Este tipo de interação dá lugar à noção de atividade de negócio, que também cobrimos. Finalmente, abordamos ainda a integração de sistemas legados, para além de tópicos como fiabilidade, tolerância a falhas e segurança em aplicações de larga escala.**

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

**The integration of computer systems relies primarily on technologies like XML, Enterprise Java Beans, Web Services and Message-Oriented Middleware, all of which are covered in the program of this course. In addition to the technologies themselves, we study ways of building structured, more scalable and more adaptable applications. For this, we discuss Services Oriented Architectures (SOA), including technologies that support this type of architectures, like Enterprise Service Buses (ESB). We also cover the notion of distributed transaction, given the need to connect applications that use resources physically dispersed. These transactions may involve multiple people and applications, lasting for long periods of time. This type of interaction leads to the notion of business activity, which we also cover. Finally, we discuss the integration of legacy systems, in addition to topics such as reliability, fault tolerance and security in large-scale applications.**

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

**Aulas teóricas, recorrendo a meios audiovisuais, com exposição dos conceitos e princípios fundamentais e com resolução de exercícios práticos que concretizem o interesse prático da matéria e a sua aplicação real. Aulas práticas-laboratoriais, onde o docente apoia os alunos na realização de trabalhos práticos.**

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

**Lectures, using audiovisual media, with detailed exposition of the concepts, principles and fundamental theories, including the resolution of relevant practical exercises that can demonstrate the utility of the subjects covered. Laboratorial practical classes, where the teacher will support students in achieving the practical assignments.**

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

**Esta disciplina tem uma componente prática muito importante, na medida em que aborda múltiplas tecnologias, que são centrais à integração de sistemas. Por essa razão, é importante que os alunos possam utilizar e ser avaliados nas tecnologias mais importantes, que fazem parte do programa. Por outro lado, há conceitos teóricos, que não podem nunca ser adquiridos através dos trabalhos práticos. Um caso evidente será o das transações, mas em todas as matérias desta disciplina há conceitos, que os alunos não podem adquirir experimentalmente. Nestes casos, é muito mais vantajoso apresentar estes tópicos ou alguns aspetos que careçam de esclarecimento adicional nas aulas teóricas, de forma a garantir, por um lado, que os alunos tomam contacto com estas questões, e por outro, que se esforçam por compreendê-las, na medida em que a componente teórica valerá 50% da nota. As aulas teóricas são ainda utilizadas para introduzir todos os conceitos pela primeira vez.**

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

**Since this course addresses multiple technologies necessary for Enterprise Application Integration, the practical**

*component is very important. For this reason, it is important that students use and are evaluated on the most important technologies of the syllabus. On the other hand, there are theoretical concepts which can never be acquired through practical work. Transactions is one of these concepts, but nearly all topics include concepts that students cannot acquire experimentally. In these cases, it is more advantageous to introduce these topics, or some aspects that require further clarification in the classroom, to ensure, firstly, that students make contact with them. Additionally, to ensure that they will strive to understand them, the theoretical component is worth 50% of the final grade. The lectures are also used to introduce all the concepts first.*

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

- *Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*, by Gregor Hohpe & Bobby Woolf, Addison-Wesley Professional, ISBN: 0321200683
- *Service-Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services*, by Thomas Erl, Prentice Hall PTR, ISBN: 0131428985
- *IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated Systems (2nd Edition)*, by Chris Britton, Peter Bye
- Addison-Wesley Professional, May 2004
- *Enterprise Application Integration*, by David Linthicum, Addison-Wesley, ISBN 0201615835, December 1999
- *Next Generation Application Integration*, by D. Linthicum, Addison-Wesley, ISBN 0201844567, 2004
- *Developing Java Web Services: Architecting and Developing Secure Web Services Using Java*, by Ramesh Nagappan et. al., Wiley International
- *XML Bible (2nd Edition)*, by Elliotte Rusty Harold, Wiley, 2001, ISBN 0764547607
- *Blueprints for High Availability, 2nd Ed.*, by Evan Marcus and Hal Stern, Wiley, ISBN 0471430269, Sep/2

#### Mapa IV - Gestão de Projetos de Software

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Gestão de Projetos de Software*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit: *Software Project Management*

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

##### 4.4.1.3. Duração: *Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho: *162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto: *T: 20; PL: 40; O: 2*

##### 4.4.1.6. ECTS: *6*

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

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

##### 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): *Mário Alberto Zenha Relá (T: 20; PL: 40; O: 2)*

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

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

*A natureza da actividade de desenvolvimento de software é de tal forma única, que requer o conhecimento de técnicas de gestão, dado que exige competências ao nível da gestão de recursos, quer humanos, quer computacionais, para a monitorização e controlo do processo de desenvolvimento.*

*No final desta disciplina, os estudantes deverão ser capazes de aplicar as principais técnicas de gestão de projecto de software enquanto actividade de engenharia, i.e. com custos e prazos finitos. Ademais, deverão ser capaz de lidar com aspectos de relacionamento pessoal e organizacional, como resultado da necessidade de trabalhar no seio de equipas de razoável dimensão (8 a 12 pessoas), em projectos reais com clientes reais.*

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

*Software development is a unique endeavour, requiring the knowledge of management techniques, as it requests skills on computational and human resource management for the management and control of the software development process.*

*At the end of this unit. the students should be able to apply the main software project management techniques as an engineering activity, i.e., an activity with finite costs and deadlines. They will also be able to deal with personal and organisational issues as a result of working in average size teams (8 to 12 persons), in real projects and with real clients.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Processo de desenvolvimento de software*
- 2. Planeamento do projecto*
- 3. Gestão da qualidade*
- 4. Análise e gestão de riscos*
- 5. Gestão de configurações e controlo de alterações*
- 6. Organização e gestão da equipa*
- 7. Análise e gestão de requisitos*
- 8. Verificação e testes de software*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Software development process*
- 2. Software planning*
- 3. Quality management*
- 4. Risk assessment and management*
- 5. Configuration management and change control*
- 6. Management and organisation of the team*
- 7. Management and analysis of requisites*
- 8. Verification and validation of software*

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

*O programa da unidade cobre todos os aspetos envolvidos na gestão de um projeto de média/elevada dimensão de desenvolvimento de software, fornecendo por isso todas as competências enunciadas nos objetivos da unidade.*

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

*The unit's syllabus goes over all aspects of the management of a medium/big software development project. It therefore supplies training in all the skills identified in the unit's objectives.*

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

*Tal como a designação da unidade curricular o assinala, a metodologia de avaliação é baseada na realização de um*

*projecto real, com um cliente real. Todas as semanas o docente da disciplina reúne com a equipa para avaliar o progresso realizado de acordo com os objectivos definidos na semana anterior.*

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

*As the unit name indicates, the methodology is based on the development of a real project, with a real client. The teacher will, every week, meet with the team in order to evaluate the progress achieved, in accordance with objectives set forth the prior week.*

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

*A metodologia de ensino assenta no desenvolvimento de um projeto real com um cliente real, levando por isso os alunos a desenvolver todas as competências enunciadas nos objetivos.*

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

*The teaching methodology rests on the development of a real project, with a real client. It thus forces the students to develop all skills of software project management indicated in the unit's objectives.*

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

*The Software Project Survival Guide, Steve McConnell  
Microsoft Press; 1 edition (October 15, 1997), 304 pages  
ISBN-10: 1572316217*

*A Guide to the PMBOK® Guide  
Publisher: Project Management Institute  
Date Published: 2008  
ISBN13: 9781933890517*

**Mapa IV - Reconhecimento de Padrões**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Reconhecimento de Padrões*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Pattern Recognition*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL: 28; O: 2*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*prevêem-se 2 turmas PLs*

**4.4.1.7. Observations:**

*there will be 2 PL groups*

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

**Bernardete Martins Ribeiro (T: 28; 2\*(PL: 28); O: 2)**

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

**<sem resposta>**

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

***O Reconhecimento de Padrões (PR) é uma disciplina que estuda a conceção, desenvolvimento e implementação de sistemas capazes de reconhecer padrões nos dados, sejam estáticos ou dinâmicos. Esta unidade curricular ministra os algoritmos que permitem explorar muitas das aplicações de RP, formalizando-as, com modelos analíticos de utilização alargada nos mais diversos domínios. Focaremos os conceitos básicos, modelos e ferramentas para a compreensão e desenho de um sistema de reconhecimento de padrões. Partindo da discussão envolvendo a natureza e dificuldades inerentes a um problema de classificação de padrões, abordaremos a discriminação de padrões, funções e regiões de decisão, separabilidade de classes e métricas. De seguida passaremos ao estudo da extração e seleção de características, continuando com o estudo dos modelos de classificação paramétricos e não paramétricos, redução da dimensionalidade e métodos de kernel e terminando com as métricas de avaliação de classificadores.***

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

***Pattern Recognition (PR) is the scientific discipline that studies the operation and design of systems that recognize patterns in data (static or dynamic). The course will give the algorithms able to explore many of the PR applications, and the general analytical models able to cope with real world data. We will be focused on the basic concepts, the models and the tools necessary to the comprehension and design of a pattern recognition system. Starting with a conceptual discussion involving the nature and difficulties inherent to the PR problem, we will give the notions of pattern discrimination, decision functions and decision regions, class separability and metrics. Then we will proceed with the study of the feature extraction and feature selection, parametric and non-parametric methods, dimensionality reduction and kernel methods. We will end with the design and assessment of classifiers for pattern recognition.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Discriminação de padrões: funções e regiões de decisão; Métricas de separação de classes; Discriminantes Lineares (Euclidian e Mahalanobis) e de Fisher***
- 2. Extração e Seleção de características; métodos de ranking; Kruskal Wallis. Pré-processamento (remoção de outliers, normalização, missing data)***
- 3. Clustering: Agrupamento Hierárquico; Algoritmo das k-médias***
- 4. Métodos Paramétricos: Seleção de Modelos, Modelos Lineares Generalizados, Modelos de Mistura, Classificação de Bayes Supervisionada, Estimação de Parâmetros: Método da máxima verosimilhança; Estimação Bayes e Risco; Máximo A Posteriori (MAP); Divergência de Kullback-Leibler***
- 5. Métodos não Paramétricos: Estimação da densidade: Método Parzen e Método k-vizinhos mais próximos***
- 6. Redução Dimensionalidade; Principal Component Analysis (PCA); Métodos não lineares***
- 7. Métodos de Kernel: Mercer k, Kernel PCA.***
- 8. Avaliação de Classificadores; Amostragem, matriz de confusão e probabilidade de erro; curvas ROC; Bootstrapping, Boosting***

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Pattern Discrimination: decision functions and decision regions; class separability metrics; Linear Discriminants (Euclidian and Mahalanobis), and Fisher discriminant.***
- 2. Feature extraction and feature selection; feature ranking; Kruskal Wallis. Data pre-processing (outliers removal, normalization and scaling, missing data)***
- 3. Clustering: Hierarchical and k-means algorithms***
- 4. Parametric Methods: model selection, linear generalized models, mixture models, Bayes Classification, Parameter estimation: likelihood method; Bayes and risk estimation; Maxima A Posteriori (MAP); classifier; Kullback-Leibler divergence***
- 5. Non-parametric methods: density estimation: Parzen windows and K-nearest neighbors.***
- 6. Dimensionality reduction; Principal Component Analysis (PCA); Non-linear methods.***
- 7. Kernel methods: Mercer kernel, Kernel PCA.***
- 8. Classifier assessment sampling, confusion matrix and error probability; ROC curves; Bootstrapping, Boosting***

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

***Este curso é sobre reconhecimento de padrões (PR), as suas características e propriedades, mas também sobre os modelos e técnicas fundamentais para a sua compreensão. Os conteúdos estudados pretendem ministrar os conceitos fundamentais (pontos 1 e 2) para o desenvolvimento de um sistema de PR. São abordadas as fases de construção: pré-processamento, extração e seleção de características, classificação, teste e validação. Nos pontos 3, 4 e 5 são focadas as principais abordagens de classificação. O ponto 3 foca-se nos algoritmos de agrupamento de dados, não (e semi) supervisionados, muito úteis nos casos em que a informação é não etiquetada. Já nos pontos 4 e 5 focaremos os métodos paramétricos (estimação Bayesiana e risco) e não paramétricos (de estimação da densidade e o algoritmo***

*k*-vizinhos mais próximos). O ponto 6 foca-se na redução da dimensionalidade (e.g. PCA) e no ponto 7 são estudados os métodos de kernel. No ponto 8 são dados os instrumentos (e.g. métricas de avaliação).

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

*This course is about pattern recognition (PR), its characteristics and properties, but also about models and fundamental techniques for its comprehension. The contents introduce the main concepts (points 1 and 2) for the development of a PR system. The phases for the construction of a pattern recognition system are also presented: pre-processing, feature extraction and feature selection, classification, test and validation. The main approaches for classification are covered in the points 3, 4 and 5. Point 3 is focused on the clustering algorithms un(semi)-supervised with acclaimed importance for the unlabelled existing information. Points 4 and 5 we will be focused on parametric methods (Bayesian and risk estimation) and non-parametric (density estimation and k-nearest neighbors). Dimensionality reduction is studied in point 6 and kernel methods in point 7. The tools for classifier assessment (e.g. evaluation metrics, ROC curves, etc.) essential for classifiers design are covered in 8*

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

*Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.*

*Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos resolvam alguns exercícios de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.*

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

*Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases.*

*Theoretical-practical classes where the students solve practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning in the presence of more complex problems.*

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

*As metodologias de ensino estão em consonância com os objetivos da unidade curricular começando logo á partida com (a) aulas teóricas T de exposição conceptual dos modelos e práticas de reconhecimento de padrões, passando depois (b) em aulas PL pela realização de Projeto de reconhecimento de padrões com aplicação a um caso prático o que permite enriquecer a componente experimental “hands-on” que é muito útil para dominar as técnicas de projeto de experiências e análise de resultados preparando-os a jusante para a aplicação dum mundo real.*

*A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e práticas procura que os alunos adquiram competências de RP.*

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

*The teaching methodologies are in coherence with the curricular objectives due to the following reasons: (a) the theoretical classes cover conceptual lecturing of the pattern recognition techniques; (b) the Project allows to enrich the experimental component since there is “hands-on” approach which is extremely useful to master the techniques: (1) design of experiments; (2) analysis of results; and (3) validation of results. Beyond that, students are committed to endorse a real application in the PR field.*

*The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature. With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in PR.*

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

1. Bishop, C.M., “Pattern Recognition and Machine Learning”, Springer Verlag, 2006
2. Duda, R. O., Hart, P.E., and Stork, D.G., “Pattern Classification,” 2nd ed. Wiley Interscience (2001)
3. J.P. Marques de Sá, “Pattern Recognition: Concepts, Methods and Applications”, 2001, XIX, 318 p., 197 illus., Springer-Verlag (2001)
4. M. N. Murty and V. S. Devi, “Pattern Recognition: An Algorithmic Approach”, Springer, 1st Edition., XII, 263 p. (2011)

## Mapa IV - Robótica Médica

### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Robótica Médica****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Medical Robotics*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****ENGBIOM*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T: 28; PL: 28*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Rui Pedro Duarte Cortesão (T: 28; PL: 28)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Projecto de arquiteturas de controlo para robótica minimamente invasiva. Projecto de arquiteturas de controlo para tele-medicina robótica. Avaliação de robôs médicos.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Design of control architectures for robotic-assisted minimally invasive surgery. Design of control architectures for robotic-assisted tele-medicine. Evaluation of medical robots.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Capítulo 1: Introdução à Robótica Médica. Tecnologias assistidas. Robótica de reabilitação. Robótica cirúrgica. Robótica não cirúrgica. Perspectiva histórica.******Capítulo 2: Projecto de Manipuladores Cirúrgicos. Níveis de segurança. Manipuladores com configuração em série e paralelo. Directivas Europeias. Cirurgia micro-invasiva. Juntas passivas e activas. Centro de rotação remoto. Sistemas mecatrónicos Master-Slave. Sistema Da Vinci.******Capítulo 3: Controlo de Movimento e Controlo de Força. Controlo de Movimento: Controlo no espaço das juntas e controlo no espaço operacional. Controlo de Força: Controlo indirecto de força (controlo complacente, controlo de impedância) e controlo directo de força (controlo híbrido posição/força, controlo com malha exterior de força).******Observador de Kalman Activo. Projecto de controladores para cirurgia micro-invasiva.******Capítulo 4: Telemanipulação Háptica. Análise de Telepresença, Estabilidade e Robustez. Estimação de parâmetros de contacto.*****4.4.5. Syllabus:*****Chapter 1 : Introduction to medical robotics. Assistive technologies, rehabilitation robotics, surgical robotics and robotics for diagnosis. Historical perspective.***

**Chapter 2: Design of Surgical Manipulators. Security issues. Manipulators with serial and parallel configurations. European directives. Minimally invasive surgery. Passive and active joints. Remote rotation center. Master-slave mechatronic systems. Da Vinci system.**

**Chapter 3: Motion control and force control in medical robotics. Motion Control: Joint space control and task space control. Force Control: Indirect force control (compliant control, impedance control) and direct force control (hybrid position/force control, external force control). 3) Kalman Active Observers. Design of null space / task space controllers for minimally invasive surgery.**

**Chapter 4: Haptic Telemanipulation. Haptic control architectures. Telepresence, stability and robustness analysis. Contact parameter estimation.**

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O objectivo central desta cadeira é ganhar competências para projectar arquitecturas de controlo para robótica médica. Para tal, é necessário ter uma visão panorâmica da área de robótica médica nas suas múltiplas vertentes (Capítulo 1), bem como um background em tecnologias robóticas quer a nível de software quer ao nível do hardware (Capítulo 2). O projecto do controlo passa necessariamente pela análise de arquitecturas de controlo de posição e força tendo em conta modelos dinâmicos de braços robóticos (Capítulo 3). A extensão para o caso da tele-medicina é feita no último capítulo, através da análise de arquitecturas de telemanipulação háptica.**

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

**The key goal of this course is to get competencies to design control architectures for medical robotics. Therefore, a panoramic view of the medical robotics area is necessary (Chapter 1), as well as background knowledge of robotic technologies both at hardware and software levels (Chapter 2). Control design requires knowledge of position and force control architectures that take into account robot dynamics (Chapter 3). The extension to tele-medicine is done in the last chapter, through the analysis of haptic telemanipulation architectures.**

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

**Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.**

**Aulas laboratoriais consistem na realização de um mini-projecto abordando o controlo robótico para aplicações médicas.**

**A avaliação consiste num exame final (40%) e num relatório com demonstração experimental dos resultados do mini-projecto (60%).**

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

**Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving basic practical exercises to illustrate the practical interest of discussed topics.**

**Laboratory classes are for implementing a mini-project addressing robot control for medical applications.**

**Evaluation consists of a final exam covering all course materials (40%) and a report with experimental demonstration of the mini-project (60%).**

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

**A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.**

**Com o conhecimento e a compreensão das matérias leccionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam, estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, em desenvolver novas aplicações médicas assistidas por robôs.**

**Nas aulas laboratoriais, com a realização de um mini-projecto, pretende-se que os alunos projectem a arquitectura de controlo para uma aplicação médica específica. A interpretação de resultados e a escrita de relatórios criam condições para que os alunos adquiram competências em comunicação escrita.**

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

**The teaching strategy and adopted methods aim at engaging the student in the learning process and in his/her personal development, leading to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.**

**With the knowledge and comprehension of taught materials in theoretical classes and the proposed exercises with practical applications, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, in developing new robotic-assisted medical applications.**

**In the laboratory classes, by implementing a mini-project, the students should be able to design a control architecture for a specific medical application. The treatment and interpretation of the results and the writing up of test reports build**



*up in the students competencies in autonomous learning and written communication.*

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

- *Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani L., Oriolo, G.(2010), Robotics: Modeling, planning and Control, Springer.*
- *Khalil, W, Dombre E. (2002), Modeling, Identification and Control of Robots, HPS.*
- *Sciavicco and Siciliano (2000), Modeling and Control of Robot Manipulators, Springer.*
- *Cortêsão, R. (2015) – Medical Robotics Course, DEEC-FCTUC.*

**Mapa IV - Complementos de Electrónica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Complementos de Electrónica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Complements of Electronics*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL: 28*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Custódio Francisco Melo Loureiro (T: 28; PL: 28)*

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

*<sem resposta>*

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

*Compreender o funcionamento do transístor em circuitos amplificadores. Conhecer e aplicar os modelos para sinais fracos na análise dos circuitos. Conhecer e aplicar métodos para análise da resposta em frequência. Compreender os benefícios e compromissos da utilização de realimentação em sistemas eletrónicos. Capacidade para analisar circuitos eletrónicos com realimentação e calcular o ganho e outros parâmetros de interesse de circuitos realimentados. Capacidade para estudar a estabilidade do circuito realimentado e aplicar métodos básicos de compensação. Compreender o papel dos filtros em sistemas eletrónicos. Reconhecer e especificar os diferentes tipos de filtros. Conhecer as características dos filtros Butterworth e Chebyshev. Conhecer as funções de transferência de filtros de primeira e segunda ordem, suas implementações LCR e o circuito de Antoniou. Capacidade para projetar filtros.*

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

*Understand the operation of the transistor in amplifier circuits. Know and apply the small-signal models in circuit analysis. Know and apply methods for frequency response analysis.*

*Understand the benefits and commitments of the use of feedback in electronic systems. Ability to analyze electronic circuits with feedback and calculate the gain and other parameters of interest of feedback circuits. Ability to study the stability of the feedback circuit and apply basic methods of compensation.*

*Understand the role of filters in electronic systems. Recognize and specify the different types of filters. Knowledge of the characteristics of Butterworth and Chebyshev filters. Knowledge of the transfer function of first and second order filters, their implementations LCR and the Antoniou circuit. Ability to design filters.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

##### 1. Amplificadores com transistores.

*Princípios básicos. Funcionamento para sinais fracos e modelos. Circuitos amplificadores discretos. Resposta em frequência.*

##### 2. Realimentação.

*Propriedades básicas da realimentação negativa. As topologias básicas. Determinação do ganho. O problema da estabilidade. O efeito da realimentação nos polos do amplificador. Estudo da estabilidade usando diagramas de Bode. Compensação em frequência.*

##### 3. Filtros e amplificadores sintonizados.

*Introdução. Função de transferência. Filtros Butterworth e Chebyshev. Funções de primeira e segunda ordem. Filtro LCR. Filtros ativos. Amplificadores sintonizados.*

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1. Transistor amplifiers.

*Basic principles. Small-signal operation and models. Biasing. Discrete-circuit amplifiers. Frequency response.*

##### 2. Feedback.

*Basic properties of negative feedback. The basic topologies. Determination of the gain with feedback. The stability problem. Effect of feedback on the amplifier poles. Stability study using Bode plots. Frequency compensation.*

##### 3. Filters and tuned amplifiers.

*Introduction. The filter transfer function. Butterworth and Chebyshev filters. First-order and second-order transfer functions. LCR resonator and LCR filters. Active filters. Tuned amplifiers.*

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

*Os conteúdos programáticos estão diretamente ligados aos objetivos da unidade curricular, fornecendo as ferramentas teóricas para a compreensão dos diferentes conteúdos e para a sua utilização prática.*

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

*The syllabus is directly linked to the objectives of the course, providing the theoretical tools for understanding the different contents and their practical use.*

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

*Aulas teóricas expositivas complementadas com aulas teórico-práticas e de simulação.*

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

*Lectures supplemented by theoretical-practical classes and simulation.*

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

*As aulas teóricas introduzem os diferentes temas, que são consolidados pela realização de exercícios e trabalhos práticos de simulação.*

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

*The lectures introduce the different themes, which are consolidated in exercises and practical simulations.*

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

*Microelectronic Circuits, Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, Oxford University Press, 5th ed.*

*Apontamentos do professor.*

### Mapa IV - Instrumentação para Imagiologia Médica

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

### **Instrumentação para Imagiologia Médica**

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

***Instrumentation for Medical Imaging***

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

***ENGBIOM***

#### **4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

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

***162***

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

***T: 28; TP: 14; S: 14***

#### **4.4.1.6. ECTS:**

***6***

#### **4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

#### **4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Paulo Alexandre Vieira Crespo (T: 12; TP: 6; S: 6)***

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

***Jaime Baptista dos Santos (T: 4, TP: 2, S: 2), Miguel Sá Sousa Castelo Branco (T: 8, TP: 4, S: 4), Mário João Simões Ferreira dos Santos (T: 4, TP: 2, S: 2)***

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

***Adquirir uma formação teórica e prática na área da Instrumentação para Imagiologia Médica com particular enfoque nos princípios físicos na obtenção dos diferentes tipos de imagens médicas, no princípio do funcionamento dos instrumentos e nas técnicas de aquisição das imagens.***

***Integração de conhecimentos básicos para compreender e relacionar o tipo de informação que uma técnica de imagem pode fornecer, os princípios físicos em que se baseia e a instrumentação que utiliza.***

***Adquirir familiaridade com as técnicas de imagiologia médica mais usadas.***

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

***To acquire a theoretical and practical training in the area of Instrumentation for Medical Imaging with particular emphasis on physical principles in obtaining the various types of medical imaging, in the principle of operation of instruments and techniques of image acquisition. Integration of basic knowledge to understand and relate the type of information that an imaging technique can provide, the physical principles on which it is based and on the instrumentation they use. Acquiring familiarity with medical imaging techniques commonly used. Ability to search and use the bibliography as well as other sources of information relevant to the research or technological development.***

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

***I-Técnicas de imagem por ultra-sons.***

***Propagação da onda acústica e atenuação;***

***Transdutores ultra-sonoros;***

***Técnicas usando o modo transmissão e usando pulso-eco;***

***Sistemas de Imagem e Aplicações: Imagens 2D, 3D e 4D; Modos Doppler.***

**Ultra-sons de alta-intensidade: Aplicações clínicas; Bio-efeitos induzidos;**

**II—Imagiologia com raios-X.**

**Radiografia: formação da imagem; sistemas de detecção; desempenho dos diferentes sistemas de detecção.**

**Tomografia Axial Computorizada: formação da imagem e sistemas de aquisição da imagem.**

**III—Medicina Nuclear.**

**Cintigrafia e SPECT: princípios físicos. Câmara gama. Limitações. Novos desenvolvimentos tecnológicos. As câmaras de última geração.**

**Tomografia por emissão de positrões. Formação e aquisição de imagem. Sistemas de aquisição. Tecnologia e as suas limitações. Desenvolvimentos em curso.**

**IV—Imagiologia por Ressonância Magnética Nuclear.**

**Princípios. Sequências de impulsos. Processos de relaxação.**

**Aquisição de imagem e instrumentação**

#### 4.4.5. Syllabus:

**I - Imaging techniques by ultrasound.**

**II - X-ray Imaging (Radiology Techniques)**

**III - Radionuclide imaging (nuclear medicine techniques).**

**IV - Magnetic Resonance Imaging (MRI).**

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

**Os conteúdos programáticos cobrem aqueles que se consideram ser os conhecimentos e capacidades essenciais para um bom domínio da disciplina, de acordo com a literatura de referência disponível, a experiência de ensino dos docentes da Faculdade de Ciência e Tecnologia e por comparação com a prática das escolas de referência.**

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

**The syllabus addresses the knowledge and skills considered to be essential for a good understanding of the course, according to the reference literature available on the subject, the teaching expertise of the teachers of the Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra and compared to the standards of reference schools.**

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

**Aulas teóricas sobre dos princípios físicos em que se baseiam as técnicas e o funcionamento dos sistemas de aquisição.**

**Visitas a Unidades Hospitares, clínicas privadas e laboratórios de investigação onde possam ocorrer demonstrações (com a participação dos alunos) das técnicas e do equipamento que foi objecto de estudo.**

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

**Lectures on physical principles they are based on the techniques and systems of acquisition. Visits to the hospitals, private clinics and research laboratories where demonstrations might occur (with the participation of students) and with techniques and equipment that was subject of study.**

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

**As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teóricos e as capacidades relevantes, sendo semelhantes àquelas que são usadas em unidades curriculares do mesmo tipo nas escolas de referência.**

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

**The teaching methods adopted are suited to provide the student with the theoretical knowledge and relevant skills, and are similar to those that are used in the same type of courses in reference schools.**

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

**J. T. Bushberg, J. A Seibert, E. M Leidholdt Jr., J. M. Boone, The essential physics of medical imaging, Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams & Wilkins, 2012.**

**S. Webb (ed.), The physics of Medical Imaging, IOP, 1998.**

**J. J. Carr, J. M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, Prentice Hall, 1998.**

**L.A. Geddes and L.E. Baker, Principles of applied biomedical instrumentation, Wiley, New York 1989.**

**Medical imaging physics, Hendee WR e Ritenou ER, Wiley-Liss, 4th ed., 2002.**

**Diagnostic ultrasound imaging, Thomas L. Szabo., Elsevier Academic Press, 2004**

**MRI, basic principles and applications, M. A. Brown and R.C. Semelka, Wiley-Liss, Hoboken, N.J., 2003**

**Artigos científicos de revisão seleccionados pelo professor.**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Instrumentação Optoelectrónica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Optoelectronic Instrumentation*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 24; TP: 24; PL: 8*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*António Miguel Lino Santos Morgado (T: 24; TP: 24; PL: 8)*

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

*<sem resposta>*

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

*No final das aulas, os estudantes deverão saber e/ou conhecer:*

*-os princípios físicos e características técnicas dos lasers e dos detectores de luz disponíveis no mercado.*

*-interpretar as folhas de especificações produzidas pelos fabricantes de lasers e detectores de luz.*

*-avaliar a irradiância da imagem de uma cena e calcular a relação sinal-ruído na deteção de uma imagem ou de um sinal óptico.*

*-calcular a exposição máxima admissível (ocular) e a distância mínima de dano ocular para radiação laser, de acordo com a norma IEC/EN 60825.1.*

*-especificar óculos de protecção contra radiação laser de acordo com a norma IEC/EN 60825.1.*

*-as propriedades ópticas dos diversos tecidos biológicos.*

*-os mecanismos de interação da luz com os tecidos biológicos.*

*-os princípios das fibras ópticas e das comunicações ópticas.*

*-os fundamentos de técnicas avançadas de imagiologia: tomografia de coerência óptica, microscopia de fluorescência (mono e multifotão).*

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

*At the end of this curricular unit, students must know*

*-the physical principles and technical features of lasers and light detectors available in the market*

*-how to interpret the data sheets produced by manufacturers of lasers and light detectors.*

*-how to evaluate the irradiance of an image and calculate the signal-to-noise ratio of a detected image or optical signal.*

*-how to calculate the maximum permissible exposure (ocular) and the nominal ocular hazard distance for laser radiation, in accordance with the IEC/EN 60825.1 Standard.*

*-how to specify protection goggles against laser radiation in accordance with the IEC/EN 60825.1 Standard.*

*-the optical properties of most biological tissues.*

*-the interaction mechanisms between light and biological tissues.*

*-the fundamentals of fiber optics and optical communications.*

**- the fundamentals of advanced imaging techniques: optical coherence tomography, fluorescence microscopy (single and multiphoton).**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1-Noções básicas de radiometria e fotometria**
- 2-Detectores de luz e métodos de detecção**
- 3-Lasers**
- 4-Propriedades ópticas dos tecidos biológicos**
- 5-Mecanismos de interacção da luz com os tecidos biológicos**
- 6-Utilização segura de lasers: Norma IEC/EN 60825.1**
- 7-Fibras ópticas e Comunicações ópticas**
- 8 Técnicas avançadas de imagiologia**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1-Basic notions of radiometry and photometry**
- 2-Photodetectors and detection methods**
- 3-Lasers**
- 4-Optical Properties of biological tissues**
- 5-Laser-tissue interaction mechanisms**
- 6-Safe use of lasers: IEC/EN 60825.1 Standard**
- 7-Optical fibers and optical communications**
- 8-advanced imaging techniques**

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

***Nesta unidade curricular de especialização, os objectivos estão bem definidos e correspondem a competências técnicas e científicas bem identificadas. O programa da unidade curricular aborda todos os tópicos necessários a que os estudantes adquiram tais competências, sendo fácil a identificação da correspondência directa entre estes tópicos e aquelas competências.***

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

***In this curricular unit, the objectives are well defined and correspond to well identified technical and scientific skills. The program syllabus covers all the topics necessary to acquire such skills, being easy the identification of the direct correspondence between those topics and these skills.***

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

***Apresentação dos temas com recurso a exemplos e aplicações na área da engenharia biomédica. Trabalhos laboratoriais. Resolução em grupo, com orientação, de problemas de engenharia que envolvam a aplicação conjunta de conceitos dos diferentes capítulos do programa e o recurso intensivo a folhas de especificações de equipamentos e componentes. Assistência obrigatória a seminários relativos a temas do programa. Pequeno projecto de instrumentação com apresentação oral. Exame com consulta.***

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

***The syllabus themes are presented using examples and applications in the field of biomedical engineering. Laboratory classes. Solving (in group and with supervision) engineering problems requiring the joint application of concepts from different syllabus chapters and intensive use of equipment and components data sheets. Mandatory presence in seminars addressing syllabus themes. Small instrumentation project with public oral presentation. Open book exams.***

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

***A realização de trabalhos laboratoriais bem como a resolução em grupo de problemas de engenharia com recurso intensivo a folhas de especificações de equipamentos e componentes permite atingir os objectivos da unidade curricular. Estes correspondem a competências técnicas e científicas bem identificadas que o aluno deve adquirir para especificar e projectar instrumentação optoelectrónica. O ensino centrado nos princípios de funcionamento da instrumentação e na análise das folhas de dados dos fabricantes permite que os alunos aprendam a especificar instrumentação electrónica. A resolução de problemas, a assistência a seminários, e o projecto de instrumentação reforçam a competência de projecto que a disciplina pretende conferir.***

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

***The laboratory works as well as the resolution of engineering problems with intensive use of equipment and components data sheets allows to achieve the curricular unit goals. These correspond to well identified technical and scientific skills that the student must acquire to specify and design optoelectronic instrumentation. Teaching centered on the instrumentation operating principles and in the analysis of manufacturers' data sheets enables students to learn how to specify optoelectronic instrumentation. Problem-solving, assistance to seminars, and the instrumentation***

*project reinforce the design skill that the curricular unit seeks to confer.*

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

- *Lasers and Optical Fibers in Medicine - Abraham Katzir Academic Press, 1993*
- *A System Engineering Approach to Imaging - Norman S. Kopeika SPIE-International Society for Optical Engine, 1998*
- *Boulnois JL. Photophysical processes in recent medical laser developments: a review. Lasers Med Sci 1986, 1:47-66*
- *Handbook of Optical Biomedical Diagnostics, Valery Tuchin, Ed. SPIE Press, Second Edition 2016*
- *Tissue Optics, Valery Tuchin, SPIE Press, Third edition, 2015*
- *Biomedical Photonics Handbook, Tuan Vo-Dinh, CRC, Second Edition, 2014*
- *IEC 60825-1 Safety of laser products Part 1: Equipment classification. requirements and users guide, IEC, 2014*
- Artigos de revistas científicas/scientific papers*

**Mapa IV - Técnicas de Análise de Materiais**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Técnicas de Análise de Materiais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Experimental techniques for Materials Characterization*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 14; PL: 42*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Manuela Ramos Marques da Silva (T: 14; PL: 42)*

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

*<sem resposta>*

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

*Proporcionar uma introdução aos princípios e práticas de difração (Single Crystal e Powder XRD), incluindo difração por amostras pouco cristalinas para permitir o estudo da estrutura de líquidos, vidros e, o mais importante, polímeros e biomoléculas. Proporcionar os fundamentos de outras técnicas (microscopia, espectroscopia e análise térmica), incluindo instrumentação, preparação de amostras e a aplicabilidade dessas técnicas, a fim de fornecer as bases essenciais para seleção e hierarquização. Proporcionar experiência prática nas técnicas estudadas e na elaboração de relatórios laboratoriais. Proporcionar experiência na consulta de bases de dados internacionais.*

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

*Provide an introduction to the principles and practice of diffraction (Single Crystal and Powder XRD) including non-*

*crystalline diffraction to allow the study of the structure of liquids, glasses, and most importantly polymers and biomolecules.*

*Provide the basics of other techniques including instrumentation, samples preparation and the applicability of these techniques in order to provide the essential groundwork for select and ranking them. Other techniques in the course include microscopy, spectroscopy and thermal analysis.*

*Provide practical experience in laboratory methods and reporting.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Teoria fundamental, modo de funcionamento e aplicação de métodos de difração de raios X como métodos mais eficazes para determinar a estrutura cristalina dos materiais.*

*Introdução à Microscopia eletrónica de varrimento (MEV) como o tipo de microscopia eletrónica mais utilizado.*

*Princípios e características básicas de trabalho: imagens topográficas e de composição química.*

*Introdução a espectrómetros de fluorescência de raios X e microanálise em microscópios eletrónicos. Breve introdução dos métodos de análise quantitativa por XRF e espectroscopia de energia dispersiva (EDS) em microscópios eletrónicos (EM).*

*Introdução a dois métodos espectroscópicos: espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia Raman. Visão geral dos métodos para interpretações de espectros vibracionais.*

*Delineamento das técnicas de análise térmica mais utilizadas para caracterização de materiais: termogravimetria, análise térmica diferencial e calorimetria diferencial de varrimento.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Fundamental theory, basic operation, and application of X-ray diffraction methods as the most effective methods for determining the crystal structure of materials.*

*Scanning electron microscopy (SEM) as the most widely used type of electron microscopy. Basic working principles and features: topographic and compositional images.*

*Introduction to both X-ray fluorescence spectrometers and microanalyzers in electron microscopes. Brief introduction of the methods of quantitative analysis by XRF and energy dispersive spectroscopy (EDS) in electron microscopes (EM).*

*Introduction to two spectroscopic methods: Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and Raman microscopy. Overview of the methods for vibrational spectrum interpretations.*

*Outline of most commonly used thermal analysis techniques for materials characterization: thermogravimetry, differential thermal analysis and differential scanning calorimetry.*

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

*Os tópicos do programa cobrem as técnicas analíticas mais importantes para a caracterização de materiais, no que diz respeito às suas diferentes propriedades (estruturais, térmicas, ópticas, mecânicas). A abordagem é eminentemente prática, com aprendizagem em contexto de laboratórios de investigação, desta forma concretizando os objetivos da unidade curricular.*

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

*The topics of the program cover the most important analytical techniques for the characterization of materials, with respect to their different properties (structural, thermal, optical, mechanical). The approach is eminently practical, with learning in the context of research laboratories, in this way fulfilling the objectives of the curricular unit.*

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

*Os tópicos serão apresentados pelo professor ou por especialistas convidados, usando slides, vídeos ou demonstrações práticas. A aprendizagem é feita, sobretudo, em contexto de laboratório científico, onde os estudantes terão de realizar um conjunto de trabalhos práticos. O trabalho será realizado no laboratório TAIL-UC localizado no Departamento de Física, onde a maioria das técnicas analíticas estão disponíveis, bem como em outros laboratórios de investigação dos Departamentos de Física, Química, Farmácia ou Geologia da UC.*

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

*Topics will be presented by the teacher or by invited experts, using slides, videos or practical demonstrations. The learning is done, above all, in a scientific laboratory context, where the students will have to carry out a set of practical works. The work will be done in the TAIL-UC laboratory located in the Department of Physics, where most of the analytical techniques are available, as well as in other research laboratories of the Departments of Physics, Chemistry, Pharmacy or Geology of the UC.*

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

*As metodologias de ensino preconizadas, onde a prática realizada em laboratório de investigação é a componente essencial, promoverão a aprendizagem das principais técnicas de análise de materiais e proporcionarão experiência*



*prática nas técnicas estudadas.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The recommended teaching methodologies, where the practice carried out in a research laboratory is the essential component, promote the learning of the analysis techniques and provide practical experience in the explored techniques.*

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

*Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Yang Leng, 2008, ISBN:9780470822982.*

*Physical Methods for Materials Characterisation, Peter E. J. Flewitt, Robert K. Wild, 2017, CRC Press, ISBN-10: 148224523X*

*Elements of Modern X-Ray Physics, J. Als-Nielsen, D. McMorrow, 2011, Wiley. ISBN: 0470973943*

*Bioinspired Materials for Medical Applications, Edited by Lígia Rodrigues and Manuel Mota, 2017, Woodhead Publishing Series in Biomaterials, ISBN 978-0-08-100741-9*

*Apontamentos do professor*

#### Mapa IV - Neurobiologia I

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Neurobiologia I*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Neurobiology I*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; TP: 22; S: 2*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ana Cristina Carvalho Rego (T:20; TP:18; S:2)*

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

*Paula Maria Garcia Agostinho (T:4; TP:4), Sandra Isabel Morais de Almeida Costa Cardoso (T:4)*

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

**A unidade curricular de Neurobiologia I pretende dar formação específica fundamental acerca do modo como o sistema nervoso central e periférico funcionam, servindo de base para as outras disciplinas da especialização em Neurociências. No final pretende-se que os estudantes:**

- **Identifiquem as unidades básicas do sistema nervoso e os principais componentes do citoesqueleto.**
- **Descrevam a organização e função do sistema nervoso central e periférico.**
- **Reconheçam as principais vias metabólicas cerebrais.**
- **Descrevam os processos responsáveis pela sinalização neuronal identificando as características electroquímicas das células nervosas, os principais neurotransmissores, neuromodulares, fatores neurotróficos e de transcrição no sistema nervoso e as principais vias de transdução de sinal.**
- **Analisem os mecanismos de processamento sensorial.**
- **Descrevam o sistema neuroendócrino e o papel do hipotálamo.**
- **Identifiquem os diferentes tipos de memória e descrevam as suas bases moleculares.**

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

**The course unit of Neurobiology wants to give fundamental and special training about how the central and peripheral nervous system function, serving as a basis for expertise in other disciplines of the specialization in Neurosciences. At the end it is intended that students:**

- **Identify the basic units of the nervous system and the major components of the cytoskeleton.**
- **Describe the organization and function of the central and peripheral nervous system.**
- **Recognize the main metabolic pathways in the brain.**
- **Describe the processes responsible for neuronal signaling, identifying the electrochemical characteristics of nerve cells and the major neurotransmitters, neuromodulators, neurotrophic and transcription factors in the nervous system as well as the major signal transduction pathways.**
- **Discuss the mechanisms of sensory processing.**
- **Describe the neuroendocrine system and the role of the hypothalamus.**
- **Identify the different types of memory and describe its molecular basis.**

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

**Características do sistema nervoso:**

- **Os componentes celulares do sistema nervoso (neurónios e células da glia) e o citoesqueleto**
- **O sistema nervoso central e periférico: relação estrutura/função**

**Metabolismo energético cerebral**

**Características eletroquímicas das células nervosas:**

- **Excitabilidade neuronal e fluxos iónicos**
- **Canais iónicos e transportadores**
- **Papel de mielinização na condução do impulso nervoso**

**A transmissão sináptica**

- **As sinapses elétricas e químicas**
- **Mecanismos de exocitose e proteínas sinápticas**
- **Transporte axonal**

**Sinalização inter e intracelular**

- **Principais tipos de neurotransmissores e neuromoduladores, recetores de membrana e vias de sinalização**
- **Fatores neurotróficos e de transcrição**

**Neurobiologia dos sentidos**

- **Sistema somato-sensorial**
- **Visão**
- **Olfato**
- **Audição**
- **Sistema vestibular**
- **Paladar**

**Sistema neuroendócrino e papel do hipotálamo**

**Hipocampo e memória**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Characteristics of the nervous system:**

- **Cellular components of the nervous system (neurons and glia) and the cytoskeleton**
- **The central and peripheral nervous system: structure/function relationship**

**Cerebral energetic metabolism**

**Electrochemical characteristics of nervous cells:**

- **Neuronal excitability and ionic fluxes**
- **Ionic channels and transporters**
- **Role of myelinization in conductance of nervous impulse**

**Synaptic transmission**

- **Electrical and chemical synapses**

- *Mechanisms of exocytosis and synaptic proteins*
- *Axonal transport*
- Inter- and intracellular signaling*
- *Main types of neurotransmitters and neuromodulators, membrane receptors and signaling pathways*
- *Neurotrophic and transcription factors*
- Neurobiology of senses*
- *Somato-sensorial system*
- *Vision*
- *Olfaction*
- *Audition*
- *Vestibular system*
- *Taste*
- Neuroendocrine system and the hypothalamus*
- Hippocampus and memory*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os objectivos desta unidade curricular estão bem definidos e correspondem a competências técnicas e científicas bem identificadas: a identificação das unidades básicas do sistema nervoso e os principais componentes do citoesqueleto, a descrição da organização e função do sistema nervoso central e periférico e dos processos responsáveis pela sinalização neuronal, o reconhecimento das principais vias metabólicas cerebrais, a análise dos mecanismos de processamento sensorial, a descrição do sistema neuroendócrino e a identificação dos diferentes tipos de memória e suas bases moleculares. O programa da unidade curricular aborda todos os tópicos necessários a que os estudantes adquiram tais competências, sendo fácil a identificação da correspondência directa entre os tópicos do programa e as competências que se pretendem conferir aos estudantes.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The objectives of this curricular unit are well defined and correspond to technical and scientific skills well identified: the identification of the basic units of the nervous system and the main components of the cytoskeleton, the description of the organization and function of the central and peripheral nervous system and of the processes responsible for neuronal signaling, the recognition of major cerebral metabolic pathways, the analysis of the mechanisms of sensory processing, the description of the neuroendocrine system and the identification of different types of memory and their molecular bases. The syllabus covers all the topics necessary for students to acquire such skills, being easy the identification of the direct correspondence between the syllabus topics and skills to be transmitted to the students.*

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

*A metodologia de ensino inclui:*

*Aulas teóricas: conceitos de anatomia, fisiologia e funcionamento do sistema nervoso; bases da neurotransmissão e acção de neurotransmissores/neuromoduladores, sinalização inter e intracelular; neurobiologia dos sentidos; acção hormonal do hipotálamo; papel do hipocampo na memória e aprendizagem.*

*Aulas teórico-práticas: noções sobre preparação e apresentação de artigos científicos e pesquisa bibliográfica; apresentação oral de artigos científicos; preparação de relatório de resolução de problemas; testes intermédios; seminário*

*Seminário: neurocientista convidado.*

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

*The methodology includes:*

*Theoretical classes: basic concepts of anatomy, physiology and functioning of the central and peripheral nervous systems; basis of neurotransmission and action of neurotransmitters/neuromodulators, inter- and intracellular signaling in the nervous system; neurobiology of senses; hormonal action of hypothalamus; role of hippocampus in learning and memory.*

*Theoretical and practical classes: basic notions about preparation/presentation of scientific papers and bibliographic search; oral presentation of scientific papers; preparation of problem solving report; midterm tests; seminar.*

*Seminar: invited neuroscientist.*

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

*As metodologias de ensino da unidade curricular de Neurobiologia I permitirão aos estudantes compreender o funcionamento do sistema nervoso central e periférico, aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas e desenvolver capacidades de síntese e comunicação.*

*Nas aulas teóricas (T) serão leccionados conhecimentos que permitirão aos estudantes compreender o funcionamento do sistema nervoso central e periférico incluindo: i) os conceitos básicos de anatomia, fisiologia e funcionamento do sistema nervoso central e periférico; ii) as bases da transmissão sináptica e a acção de*

*neurotransmissores/neuromoduladores, factores de crescimento e de transcrição, a sinalização inter- e intracelular no sistema nervoso; iii) a neurobiologia dos sentidos; iv) a acção hormonal do hipotálamo; v) o papel do hipocampo na memória e aprendizagem.*

*Nas aulas teórico-práticas (T-P) os estudantes aplicarão os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas (T) na resolução de situações concretas e desenvolverão capacidades de síntese e comunicação. Para tal: i) serão leccionadas noções básicas sobre preparação e apresentação de artigos científicos e pesquisa bibliográfica; ii) será feita a apresentação oral e discussão de artigos científicos publicados em revistas internacionais; iii) serão preparados trabalhos de pesquisa para resolução de problemas.*

*No Seminário (S) os estudantes terão oportunidade de contactar com um neurocientista convidado que leccionará um tema específico e resultados de investigação. Pretende-se que os estudantes revejam os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas (T) e desenvolvam as suas capacidades de síntese ao prepararem um sumário do seminário.*

*A arquitectura das avaliações vai de encontro aos princípios e objetivos da unidade curricular e permite discriminar os alunos por capacidade e níveis de conhecimento atingidos nas matérias leccionadas assim como a sua aplicação a situações concretas. A capacidade de síntese e de comunicação serão também avaliadas.*

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

*The teaching methodologies of Neurobiology I course unit will enable students to understand the functioning of the central and peripheral nervous system, apply the knowledge acquired to solve problems and develop skills of synthesis and communication.*

*Theoretical classes (T) will teach skills that will enable students to understand the functioning of the central and peripheral nervous system including: i) the basics of anatomy, physiology and functioning of the central and peripheral nervous system, ii) the basis of synaptic transmission and action of neurotransmitters/neuromodulators, neurotrophic and transcription factors, the inter- and intracellular signaling in the nervous system, iii) the neurobiology of senses, iv) the action of the hypothalamic hormones, v) the role of the hippocampus in learning and memory.*

*In practical classes (TP) students will apply the knowledge acquired in theoretical classes (T) in solving concrete situations and develop skills of synthesis and communication. To fulfill this purpose: i) the basis of preparing and presenting scientific papers and searching relevant literature will be taught, ii) oral presentation and discussion of scientific papers published in international journals will be done, iii) research projects will be prepared to solve problems.*

*In Seminar (S) students will have the opportunity to contact with a guest neuroscientist who will teach a specific topic and present research results. It is intended that students review what they have learned in theoretical lectures (T) and develop their skills of synthesis by preparing a summary of the seminar.*

*The architecture of evaluation meets the principles and objectives of the course and allows students to be discriminated by ability and knowledge levels reached in the subjects taught as well as its application to specific situations. The synthesis and communication will also be evaluated.*

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

- Siegel GJ, Albers RW, Brady S, Price DL (2006) "Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular and Medical Aspects", 7th edition, Elsevier Academic Press.
- Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia A-S, McNamara JO, Williams SM (2008) "Neuroscience", 4th edition, Sinauer Associates Inc.
- Nadeau SE, Ferguson TS (2004) "Medical Neuroscience", 1st edition, Saunders – Elsevier.
- Matthews GG (2001) "Neurobiology: Molecules, Cells and Systems". Blackwell Science, Inc.

#### Mapa IV - Tecnologias de Investigação em Neurobiologia

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Tecnologias de Investigação em Neurobiologia*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Research Technologies in Neurobiology*

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

*ENGBIOM*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****TP: 14; PL: 42****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Paula Maria Garcia Agostinho (TP: 14; PL: 42)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Durante a década passada surgiram várias metodologias experimentais que permitiram estudar o funcionamento do cérebro e o processamento da informação ao nível do sistema nervoso. Num futuro próximo será necessário desenvolver sensores, instrumentação ao nível da micro- e nanotecnologia, bem como algoritmos de processamento de sinais na área das Neurociências. A aplicação da engenharia de células estaminais e a engenharia dos sistemas neuronais terão também um grande impacto no futuro.*

*Nesta perspectiva, na disciplina de Tecnologias de Investigação em Neurobiologia pretende-se que os alunos tenham um contacto próximo com as técnicas laboratoriais de biologia e biologia molecular aplicadas ao conhecimento da função das células que constituem o sistema nervoso. De salientar que algumas técnicas abordadas nesta disciplina incluem conhecimentos de ponta na área das Neurociências.*

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

*During the past decade several experimental methodologies were developed allowing for the study of the brain processes and of the information processing in the central nervous system. In the near future sensors, micro and nano-technological instrumentation and signal processing algorithms for Neurosciences will have to be developed. Stem cell and neural systems' engineering will also have a great impact. The objectives of this course are to allow for a close contact of the students with the lab techniques on biology and molecular biology that give insight on the working of the nervous system cell's. Some of the techniques discussed in this unit are state of the art in Neurosciences.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Como elaborar um projecto de investigação científica*

*Ética e experimentação animal; Modelos alternativos à experimentação animal*

*Modelos biológicos em Neurobiologia: Fracções subcelulares; Culturas de células, de tecidos e fatias de cérebro*

*Ferramentas e estratégias para estudo de sinalização celular: Produção de anticorpos; Purificação de proteínas e análise da sua expressão*

*Técnicas de expressão forçada e silenciamento de proteínas: Expressão de genes; Interferência com o seu produto;*

*Animais transgénicos*

*Microscopia: Equipamentos; Processamento de tecido; Visualização de função celular; Sondas fluorescentes;*

*Anticorpos*

*Comportamento animal: Actividade locomotora e coordenação; Função sensorial; Aprendizagem e memória;*

*Interação social; Ansiedade e depressão*

*Imagiologia cerebral; Imagem estrutural e funcional*

*Desenvolvimento de tecnologia e protecção de propriedade intelectual*

*Elaboração de projecto de tecnologia ou serviço de apoio ao idoso/envelhecimento activo e saudável*

**4.4.5. Syllabus:**

*How to plan a scientific research project*

*Ethics and animal experimenting; alternativ models to animal experimenting*

**Biological models in Neurobiology: subcellular fractions; cell, tissue, and brain slices' cultures.**

**Tools and strategies in the study of cellular signalling: antibody production; protein purification and analysis of its expression**

**Forced expression and silencing of proteins's techniques: gene expression; interference with their produce; transgenic animals**

**Microscopy: equipments; tissue processing; cell function visualisation; fluorescent scopes; antibodies**

**Animal behaviour: motor activity; sensorial function; learning and memory; social interaction; anxiety and depression**

**Brain imaging; structural and functional imaging**

**Development of technology and intellectual property protection**

**Technological or support project for the elderly; active and healthy ageing**

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

***O conteúdo programático desenvolve todos os aspetos descritos nos objetivos da unidade curricular, incluindo formação nas tecnologias de ponta em Neurobiologia.***

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

***The syllabus delves into all the aspects mentioned in the unit's objectives, including training in the state of the art techniques in Neurobiology.***

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

***Ensino teórico presencial sob a forma de aulas e seminários.***

***O ensino teórico-prático fornecerá competências base e estratégias de auto-aprendizagem de modo a elaborar de um projecto de desenvolvimento de produto inovador com potencial aplicação em ambiente empresarial.***

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

***Theoretical teaching based on classes and seminars.***

***Theoretical-practical teaching will supply skills and self-learning strategies in order to allow the students to elaborate a project on the development of an innovative product with potential application in an enterprise environment.***

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

***As aulas formais (teóricas) fornecerão os conhecimentos de base na área e as aulas práticas tentarão induzir práticas de "entrepreneurship" que serão canalizadas para o desenvolvimento de um projeto em Neurobiologia.***

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

***Formal teaching (theoretical classes) will supply the basic knowledge in this area. The practical classes will try to induce an entrepreneurial mindset that will be channeled into the development of an application project in Neurobiology.***

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

***Carter M, Shieh J "Guide to Research techniques in neuroscience" Elsevier, Academic Press, 2010***

***Malva J, Rego AC, Cunha RA, Oliveira CR "Interaction Between Neurons and Glia in Aging and Disease", Springer, New York, 2007***

**Mapa IV - Bioquímica da Imagem**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Bioquímica da Imagem***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Image Biochemistry***

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

***CBIO***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

T: 20; PL: 15; S: 5

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Manuela Monteiro Grazina (T:14; PL:5; S:3)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Filomena Rabaça Roque Botelho (T:2; PL:5; S:2), Ana Margarida Coelho Abrantes (T:2; PL:5), Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (T:2)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta disciplina tem como objectivo principal transmitir ao aluno os conhecimentos que lhe permitam a compreensão e análise crítica da informação capaz de ser fornecida pelos estudos de imagem dos principais tecidos e órgãos, em situações normais e patológicas. Para tal é feita uma abordagem bioquímica das características metabólicas específicas dos diferentes tecidos e órgãos que permitirão um estudo funcional por imagem.**A partir da análise de uma via metabólica, o aluno é levado a compreender a escolha de um alvo que possa ser usado como origem de uma imagem que traduza a actividade metabólica. Conhecendo o metabolismo e a imagem em situações normais, o aluno deverá ser capaz de identificar as alterações imagiológicas subjacentes a um estado patológico, e de propor novos alvos de interesse para estudos de imagem funcional.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This course aims at teaching the fundamental concepts that allow for the understanding and critical analysis of the information gathered through imaging of the main tissues and organs, in normal and pathological situations. The metabolic characteristics specific to each tissue and/or organ are approached from a biochemical viewpoint, in order to ease a functional imaging study. Departing from the analysis of a metabolic pathway, the student is lead to understand how to choose the origin of an image that can supply information about that particular metabolic activity. Based on prior knowledge of the metabolism and associated image in normal situations, the student should be able to identify the changes in the image induced by a pathological situation and to suggest new targets for functional imaging.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Metabolismo fosfocálcico bifosfonatos e derivados**Metabolismo da bilirrubina IDA e derivados**Metabolismo da tiróide Iodo e tecnécio**Metabolismo das catecolaminas MIBG, Fluorodopa**Tranferrina e ligandos do ferro Gálio-67**Proteínas de membrana GpP Agentes miocárdicos tecneciados**Metabolismo Oxidativo Vias de oxidação/redução e metabolismo mitocondrial MIBI/Tetrofosmina, Derivados de misonidazole, 11C-Lactato, Oxigénio-15**Vias de morte celular - Annexina-V**Transporte transmembranar Tálcio-201**Via glicolítica FDG, 11C-Glicose**Duplicação do DNA 11C-Timidina e derivados marcados com Fluor-18 (FLT)**Metabolismo dos aminoácidos 11C-Metionina, e Tirosina e derivados, Fenilalanina**Metabolismo da Vit- B12 111In-DAC**Metabolismo dos ácidos gordos 11C-Palmitato, 11C- Acetato, e derivados marcados com 18F**Receptores e transportadores celulares Dopamina, Serotonina, Somatostatina**Programa prático: Visualização em modelos de algumas das vias metabólicas estudadas*

**4.4.5. Syllabus:**

*Phosphocalcic metabolism.  
Billirubin metabolism.  
Thyroid metabolism.  
Catecholamine metabolism.  
Transferrin and iron ligands.  
GpP membrane proteins.  
Oxidative metabolism. Mitochondrial metabolism.  
MIBI/Tetrofosmin, misonidazole, 11C-Lactate, Oxygen-15  
Cellular death pathways.  
Transmembranar transport.  
Glucose pathways.  
DNA duplication.  
Amino-acid metabolism.  
Vitamin B12 metabolism.  
Fatty acids metabolism.  
Cellular receptors and carriers.  
Practical classes: visualisation of some of the metabolic pathways in models.*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*O programa desta unidade curricular é uma visão geral das vias metabólicas e dos métodos de obter imagens que forneçam informação sobre essas vias, em situações normais ou patológicas, cumprindo assim todos os objetivos da disciplina.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The syllabus of this unit is an overview of the metabolic pathways and of the methods used to obtain images giving specific information on each pathway, either in normal or in pathological situations. The syllabus thus complies with all the objectives of the unit.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Nas aulas teóricas a matéria é leccionada de forma expositiva, utilizando-se meios audiovisuais. Nas aulas práticas laboratoriais, os alunos realizam trabalhos onde terão que aplicar os conhecimentos aprendidos nas aulas teóricas. No Seminário os alunos apresentam trabalhos relacionados com os temas abordados, que envolvem auto-aprendizagem. As actividades de aprendizagem incluem o debate e o questionamento promovido no decurso dos diversos tipos de aulas. A componente prática laboratorial é fundamental nesta disciplina pois coloca o aluno em situações reais relacionadas com a profissão.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*The subject will be presented in the theoretical classes, using audiovisual means. In the practical classes students will have to apply what they've learnt in the theoretical classes. In the seminar, students will present mini-essays related to the course subject, thus fostering self-learning. During all classes, discussion and questioning will contribute to the learning process. The practical side of the course is of paramount importance, as it places the student in real situations closely related to his/her possible future career.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os principais objetivos desta unidade são: permitir que, partindo da análise de uma via metabólica, o aluno seja capaz de escolher um alvo que possibilite a obtenção de uma imagem que traduza essa actividade metabólica; levar o aluno a identificar as alterações imagiológicas subjacentes a um estado patológico. O método de ensino inclui formação teórica e laboratorial sobre a bioquímica da imagem, sendo por isso uma boa maneira de cumprir os objetivos da unidade.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The main goals of this unit are: teaching the students to select an imaging target that could elucidate on a particular metabolic pathway; teaching the students to identify the changes in the images due to pathological conditions. The teaching method includes both theoretical and lab classes on image biochemistry, and is therefore quite adequate for the fulfilment of these goals.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*- Lehninger Principles of Biochemistry, Fourth Edition, 2004  
- Chemical neuroanatomy, Emson PC, Raven Press, 1983  
- Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, Peter Ell, Sam Gambhir, Churchill Livingstone; 3rd edition, 2004.*



**Mapa IV - Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Imagem para Diagnóstico e Terapêutica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Image Fundamentals for Diagnosis and Therapeutics*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; TP: 16; OT: 12*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*João Manuel Carvalho Pedroso Lima (T: 20; OT: 12)*

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

*Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo (T:2; TP:6); Nuno David Sousa Chichorro Fonseca Ferreira (T:4; TP:10); Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (T:2)*

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

- 1)Integração de conhecimentos básicos para obtenção, aplicação e interpretação de imagens em Medicina com fins diagnósticos e terapêuticos*
- 2)Discussão das principais fontes de artefactos em Imagens Médicas*
- 3)Discussão dos métodos de correcção e orientação na sua escolha*

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

- 1)Integrating basic knowledge for the acquisition, application and interpretation of medical images for diagnostic and therapeutics*
- 2)Discussion of the main sources of artefacts in medical images*
- 3)Discussion of the correcting methods and guidance on choosing them*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1)Características específicas a cada um dos métodos de imagem diagnóstica em Medicina; vantagens e desvantagens dos métodos que usam radiações ionizantes*
- 2)Reconhecimento de artefactos, sua relação com os processos de aquisição, processamento e análise de dados, com referencia a métodos de correcção*
- 3)Integração e multi-modalidade com métodos de combinação de imagens co-registo e fusão*
- 4)Utilidade em terapêutica: mapeamento metabólico, orientação terapêutica, planeamento do volume a tratar, avaliação do efeito terapêutico, investigação da farmacocinética e da farmacodinâmica de novos fármacos*

#### 5) Métodos terapêuticos com radiações ionizantes.

##### 4.4.5. Syllabus:

- 1) *Characteristics of each of the medical diagnostic imaging methods; advantages and disadvantages of the methods using ionising radiations*
- 2) *Identification of artefacts, and their relation to the acquisition, processing and data analysis methods, mentioning also some correctional measures*
- 3) *Integration and multi-modality using methods that combine images, either by co-acquisition or by merging*
- 4) *Therapeutic usefulness of metabolic mapping, therapeutic guidance, treated volume planning, evaluation of therapeutic effect, instigation of the pharmacokinetics and pharmacodynamics of new drugs*
- 5) *Therapeutic methods using ionising radiations.*

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

*Pretende-se transmitir aos alunos os conhecimentos básicos sobre a obtenção e aplicação de imagens médicas e sobre problemas que surgem rotineiramente ao obter imagens em Medicina com fins diagnósticos e terapêuticos. Pretende-se também que os alunos sejam capazes de identificar, discutir e corrigir artefactos em Imagens Médicas. O programa da disciplina centra-se por isso na análise dos vários tipos de imagens médicas e dos artefactos dos principais métodos de imagiologia, sejam os artefactos originados na aquisição ou no processamento dos dados que conduzem à obtenção de uma imagem.*

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

*The objectives of this unit are essentially preparing the students to clearly identify the main applications of medical imaging and problems appearing daily when obtaining medical images for diagnostic or therapeutic purposes. Students should also be able to identify, discuss and correct the artefacts coming up in medical images. The syllabus is therefore focused on the analysis of the various types of medical images and on the sources of artefacts in all the main medical imaging methods, either introduced at the data acquisition stage or during the data processing that leads to the final medical image.*

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

*Aulas teóricas e teórico-práticas com estimulação da participação activa dos alunos.*

*Visitas guiadas a 3 serviços hospitalares de prestação de serviços de imagem Médica em diagnóstico e terapêutica (Serviços de Radiologia, Medicina Nuclear e Radioterapia)*

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

*Theoretical and practical classes where active participation of students is sought for.*

*Guided visits to 3 medical imaging units (Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy).*

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

*Os estudantes adquirirão, nas aulas formais, os conhecimentos teóricos e práticos para identificação da obtenção e principais aplicações clínicas das imagens médicas e correção dos problemas usuais dessas imagens. As visitas servirão para os introduzir à vivência diária dos vários serviços que produzem ou consomem imagens médicas, seja para diagnóstico ou para terapêutica.*

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

*The students will acquire, in the formal classes, the basic theoretical and practical knowledge that will enable them to understand how medical images are obtained, their main medical applications, and to identify and correct the most common problems coming up in medical images. The guided visits will introduce them to the daily life of the units where medical images are produced or used, either for therapeutic or diagnostic purposes.*

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

*Material de apoio - teórico e prático (inforestudante)*

*Imagiologia Clínica: Princípios e Técnicas - ed. Francisco de Mascarenhas Gaivão; 2003, Laboratórios Farmacêuticos ROVI, SA - Lisboa (geral@rovisa.com.pt)*

*Física dos Métodos de Imagem com Raios X - João José Pedroso de Lima; 1995, Edições ASA Coimbra*

*Biofísica Médica J.J. Pedroso de Lima; 2003, Imprensa da Universidade Coimbra*

*Biomatemática Uma Introdução para o curso de Medicina João José Pedroso de Lima, Francisco José Amado Caramelo, Jorge Miguel Couceiro, Rosa da Conceição Reis, Francisco Alte da Veiga; 2004, Imprensa da Universidade Coimbra*

*Técnicas de diagnóstico com raios X Aspectos Físicos e Biofísicos João José Pedroso de Lima; 2005, Imprensa da Universidade Coimbra*

**Mapa IV - Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Introdução à Química Nuclear e Radiofarmácia*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP: 28; PL: 16; S: 3; OT: 3*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ana Cristina Aguiar Santos (TP: 28; PL: 16; S: 3; OT: 3)*

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

*<sem resposta>*

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

*Conhecimento da legislação em vigor relativa à radiofarmácia, nomeadamente normas de radioproteção, normas GMP e GLP, ICRP60.*

*Conhecimento do equipamento básico de uma Radiofarmácia (clínica/investigação) e respectivo controlo de qualidade.*

*Conhecimento dos processos de produção, deteção e controlo de qualidade de radionuclidos e radiofármacos.*

*Conhecimento dos processos de radiomarcção e respectivo controlo de qualidade.*

*Conhecimento das áreas biomédicas de aplicação (clínicas e de investigação) da radiofarmácia.*

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

*Knowledge of laws on radio pharmacy, namely the regulations on radio-protection, and GMP, GLP and ICRP60 laws.*

*Basic equipment of a radio pharmacy (clinical/research) and its quality control.*

*Production, detection and quality control of radionuclides and radiopharmaceuticals.*

*Radiomarking processes and their quality control.*

*Radiopharmacology applications in biomedicine (clinical or research).*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Química Nuclear. Produção de radionuclidos. Medicina Nuclear. Técnicas de deteção e quantificação.*

*Aceleradores de partículas.*

*Introdução à Radiofarmácia e sua história.*

*Equipamento em radiofarmácia. O laboratório de Radiofarmácia.*

*Características dos radiofármacos. Princípios básicos de marcação radioactiva. Design e produção industrial de*

**radiofármacos.****Controlo de qualidade. Acondicionamento e gestão de resíduos e desperdícios.****Breve introdução à radiofarmácia prática.****Breve revisão dos mecanismos de localização de radiofármacos.****Radionuclídeos em farmacologia: noções de farmacocinética e farmacodinâmica dos radiofármacos. Estudos de biodistribuição. "Binding assays".****Introdução à aplicação em Medicina Nuclear dos radiotraçadores/radiofármacos.****Introdução à autorradiografia.****Noções básicas sobre aplicação de radionuclídeos em Biologia e Medicina no espaço.****Legislação e prática em radiofarmácia.****4.4.5. Syllabus:****Introduction to Nuclear Chemistry. Radionuclides' production. Nuclear Medicine. Detection and quantification techniques. Particle accelerators.****Introduction to Radiopharmacology and its history.****Radiopharmacology equipment and laboratory.****Radiopharmaceuticals' characteristics. Basic methods of radioactive marking. Design and industrial production of radiopharmaceuticals.****Quality control. Storage and management of residues and waste.****Brief introduction to practical radio pharmacology.****Brief review of radiopharmaceutical localisation mechanisms.****Radionuclides in pharmacology: pharmacokinetics and pharmacodynamics. Biodistribution. Binding assays.****Introduction to the use of radiotracers/radiopharmaceuticals in Nuclear Medicine.****Introduction to auto-radiography.****Radionuclides' applications in Space Biology and Medicine.****Radiopharmacology laws, regulations and practice.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Os conteúdos programáticos coincidem com os objetivos da unidade, sendo uma introdução geral a todos os aspetos que se pretendem transmitir aos estudantes nesta unidade.****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****The syllabus is a comprehensive overview of all the aspects mentioned in the unit's objectives. As such, it is a perfect match to the objectives.****4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):****O ensino será baseado em aulas teórico-práticas onde serão apresentadas as diferentes matérias com recurso a exemplos e aplicações na área da engenharia biomédica.****A unidade curricular inclui aulas práticas laboratoriais de frequência obrigatória e com avaliação onde se implementam as técnicas de radiomarcção e controlo de qualidade, bem como estudos de biodistribuição, farmacocinética e farmacodinâmica.****A unidade curricular inclui ainda seminários de frequência obrigatória e com avaliação, leccionados por especialistas das diferentes áreas, externos à Universidade de Coimbra.****4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):****The unit comprises mandatory practical classes where radio marking, quality control, biodistribution, pharmacokinetics and pharmacodynamics studies are performed.****The unit also includes mandatory seminars taught by specialists in different areas coming from laboratories with which the University of Coimbra collaborates.****4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Os alunos aprenderão as principais ferramentas práticas nas aulas e seminários, ficando possuidores de competências nas áreas de: produção, deteção e controlo de qualidade de radionuclídeos e radiofármacos; processos de radiomarcção e respectivo controlo de qualidade; equipamento básico de uma Radiofarmácia (clínica/investigação) e respectivo controlo de qualidade.****O conhecimento da legislação em vigor relativa à radiofarmácia será adquirido nas aulas teóricas.****4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:****Students will acquire competencies in production, detection and quality control of radionuclides and radiopharmaceuticals, radiomarking processes and their quality control and basic equipment of a radio pharmacy and its quality control through the practical classes and seminars.****Knowledge of laws and regulations on radio pharmacy will be acquired in the theoretical classes.**

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

*Bushberg JT, Seibert JA, Leidnoldt EM, Boone JM The essential physics of medical imaging, Lippincott Williams & Wilkins, NY (2nd ed.)*  
*Hendee WR & Ritenou ER Medical imaging physics, Wiley-Liss, NY (4th ed., 2002)*  
*Gopal B Saha Fundamentals of Nuclear Pharmacy, Springer, NY (5th ed. 2004).*  
*Leslie WD & Greenberg ID Nuclear medicine, Landes Bioscience, Georgetown (2003).*  
*Pandit NK Introduction to the pharmaceutical sciences, Lippincott Williams & Wilkins, NY (2006).*  
*Sampson CE Textbook of radiopharmacy theory and practice, Gordon and Breach Science Publishers, NY (3rd ed., 1999).*  
*Tubis M & Wolf W Radiopharmacy, Wiley Interscience, NY (1976).*  
*Tpzer TN & Rowland M - Introduction to Pharmacokinetics and Pharmacodynamics: The Quantitative Basis of Drug Therapy, Lippincott Williams & Wilkins, NY (2006).*  
*Farmacopeia BP, EP, USP;*

**Mapa IV - Neurobiologia II****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Neurobiologia II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Neurobiology II*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 42; TP: 14; S: 2*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ana Cristina Carvalho Rego (T:30; TP:10; S:2)*

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

*Cláudia Maria Fragão Pereira (T:7; TP:3), Paula Maria Garcia Agostinho (T:5; TP:1)*

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

*Pretende-se dar continuidade ao programa de Neurobiologia I, dando ênfase a situações de disfunção e morte neuronal associadas a patologias do sistema nervoso central e periférico. A elevada prevalência das patologias neurodegenerativas, associada ao envelhecimento da população e à inexistência de cura ou tratamentos eficazes, justifica o estudo das patologias associadas ao cérebro no currículo do Engenheiro Biomédico. Para desenvolver técnicas de diagnóstico e tratamento, é necessário estudar as alterações subjacentes às patologias do sistema nervoso.*

*O aluno deverá ser capaz de descrever os mecanismos básicos de neurodegenerescência associados às patologias do*

**sistema nervoso e ao envelhecimento, proporcionando a base para novos métodos de diagnóstico e de tratamento, avaliar as características das doenças do sistema nervoso central e periférico e reconhecer a importância da investigação na compreensão da neurodegenerescência seletiva, e na aplicação de novas abordagens terapêuticas.**

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

***It is intended to continue the syllabus of Neurobiology I, giving emphasis to pathological conditions of the central and peripheral nervous system linked to neuronal dysfunction or death. The increased prevalence of neurodegenerative disorders, associated with the aging of population and ineffective treatment or cure, justifies the importance of studying brain diseases in the Biomedical Engineering course. The development of novel diagnosis and treatment techniques requires studying the alterations related to pathological conditions affecting the nervous system. Students should be able to describe the basic mechanisms of neurodegeneration associated with nervous system pathologies and aging, providing the basis for the application of new diagnosis and treatment methods, evaluate the main features of central and peripheral nervous system diseases and recognize the importance of research in understanding the selective neurodegeneration, as well for applying new therapeutic approaches.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Na UC de Neurobiologia II lecionam-se os seguintes temas relacionados com as alterações celulares e moleculares do sistema nervoso durante o envelhecimento e em situações patológicas, assim como as estratégias terapêuticas atualmente existentes:***

- 1. Mecanismos celulares e moleculares que conduzem à neurodegenerescência de diferentes áreas cerebrais – influência do processo de envelhecimento.***
- 2. Modificações do sistema nervoso central na toxicodependência.***
- 3. Alterações neuropatológicas associadas a várias doenças do sistema nervoso periférico e central, e as respetivas técnicas de diagnóstico.***
- 4. Identificação de alvos terapêuticos a nível molecular e celular e a aplicação de terapias neuroprotetoras farmacológicas, genéticas e celulares.***

**4.4.5. Syllabus:**

***The syllabus of the curricular unit of Neurobiology II will be divided according to the following themes related with cellular and molecular changes of the nervous system during ageing and in pathological situations, as well as the current therapeutic strategies:***

- 1. Cellular and molecular mechanisms leading to neurodegeneration of different brain areas - influence of the ageing process.***
- 2. Modifications of the nervous system in drug addiction.***
- 3. Neuropathological changes associated with various diseases of the central and peripheral nervous system, and the current techniques used in diagnosis.***
- 4. Identification of molecular and cellular therapeutic targets and the application of pharmacological, genetic and cell-based therapies.***

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O conteúdo programático da UC de Neurobiologia II apresenta coerência com os objetivos atrás descritos, pois permitirá ao aluno:**

- \* Distinguir os mecanismos moleculares e celulares envolvidos na etiopatogenia de diferentes doenças do sistema nervoso e o impacto do processo de envelhecimento***
- \* Discutir a utilização de métodos de diagnóstico eficazes e a eficácia das diferentes estratégias terapêuticas aplicadas a doenças do sistema nervoso.***
- \* Interpretar e criticar a relevância de resultados científicos no contexto neuropatológico.***

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

***The syllabus of the curricular unit of Neurobiology II has coherence with the curricular unit's objectives described above, since it will allow the students to:***

- \* Distinguish the molecular and cellular mechanisms involved in the pathogenesis of diseases of the nervous system and the impact of aging.***
- \* Discuss the use of efficient methods of diagnosis and the efficacy of different therapeutic strategies applied to diseases of the nervous system.***
- \* Interpret and criticize the relevance of scientific results in the neuropathological context.***

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

***Aulas teóricas: contacto próximo com o aluno de modo a facilitar um ambiente propício à transmissão de novo conhecimento. Sempre que possível apresentar-se-ão vídeos sobre os temas propostos.***

***Aulas teórico-práticas: os alunos prepararão (estudo autónomo) e apresentarão (oral) trabalhos científicos publicados***

*em revistas internacionais especializadas. Dependendo do número de alunos, propõe-se a formulação e apresentação oral de um mini-projeto científico.*

*Seminário: interação com um cientista convidado, conceituado na sua área de investigação, e discussão de temas abordados nas aulas teóricas.*

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

*Theoretical classes: close contact with the student thus facilitating the transmission of knowledge. As possible, videos will be also shown related with the proposed themes.*

*Theoretical-practical classes: students will prepare (self-study) and present (orally) scientific papers published in international journals. Depending on the number of students, the formulation, presentation and discussion of a mini-project will be also required.*

*Seminar: interacting with a guest scientist, renowned in his area of research and discussion of themes lectured in the theoretical classes.*

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

*Os três tipos de metodologias de ensino (aulas teóricas, teórico-práticas e seminário) permitirão que os alunos:*

- *Reconheçam a importância dos estudos básicos na definição de vias modificadas em doenças do sistema nervoso (aulas teórico-práticas e teóricas).*
- *Correlacionem os mecanismos patológicos, celulares e moleculares, com a apresentação clínica de algumas doenças do foro neurológico (aulas teórico-práticas e teóricas).*
- *Apresentem e discutam artigos recentes publicados em revistas indexadas com arbitragem científica na área de Neurociências-Biomedicina (aulas teórico-práticas).*
- *Discutam a aplicação de diferentes terapias relevantes e o seu modo de ação (aulas teórico-práticas e teóricas).*
- *Integrem os diferentes tópicos da UC entre si e com os tópicos lecionados noutras UCs do perfil/área de Neurociências do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica (todos os tipos de metodologias de ensino).*

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

*The three forms of teaching methodologies, through theoretical, theoretical-practical and seminars, allow the students to:*

- *Recognize the importance of basic studies in defining the modified pathways in diseases of the nervous system (theoretical-practical and theoretical classes).*
- *Correlate the cellular and molecular pathological mechanisms with the clinical presentation of some neurological diseases (theoretical-practical and theoretical classes).*
- *Present and discuss recent scientific articles published in peer-reviewed and indexed journals in the Neuroscience-Biomedical area (theoretical-practical classes).*
- *Discuss the application of different and relevant therapies and their mode of action (theoretical-practical and theoretical classes).*
- *Integrate the different topics of this curricular unit and with topics taught in other curricular units of the area of Neuroscience of the Integrated Master in Biomedical Engineering (all types of teaching methodologies).*

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

- *Brady S, Siegel GJ, Albers RW, Price DL (2011) "Basic Neurochemistry: Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology", 8 Ed., Academic Press.*

- *Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia A-S, White LE (2012) "Neuroscience", 5 Ed., Sinauer Associates Inc.*

- *Artigos de revisão/Review papers*

### Mapa IV - Neurofarmacologia

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Neurofarmacologia*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Neuropharmacology*

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

*CBIO*

#### 4.4.1.3. Duração:

**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 42; TP: 14****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Rodrigo Pinto Santos Antunes Cunha (T: 42; TP: 14)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A Neurofarmacologia pode ser definida como o estudo dos mecanismos de acção de fármacos que afectam especificamente o sistema nervoso. Estes incluem fármacos psicóticos, anestésicos, analgésicos, sedativos, hipnóticos, narcóticos, anticonvulsantes e uma variedade de fármacos que afectam o sistema nervoso autónomo. Embora o mecanismo de acção preciso destes fármacos seja ainda pouco conhecido, muitos têm sido utilizados no tratamento de várias patologias associadas ao sistema nervoso. Por outro lado, vários ligandos farmacológicos são usados em técnicas imagiológicas de diagnóstico que permitem a quantificação e a localização cerebral de receptores para os neurotransmissores. Esta disciplina visa: i) introduzir alguns conceitos básicos de neurofarmacologia, i.e., compreender o potencial e o impacto de fármacos atuando no sistema nervoso central nomeadamente em situações patológicas; ii) desenvolver competências de seleção de informação científica e da sua apresentação e discussão oral.*

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

*Neuropharmacology can be defined as the study of the action mechanisms of drugs acting mainly on the nervous system. These include psychotic, anaesthetic, analgesic, sedative, hypnotic, narcotic, anti-seizure and other drugs affecting the autonomous nervous system. Although the action mechanism of these drugs is now yet well known, many of them have been used for the treatment of nervous system pathologies. Also, many pharmacological ligands are used in diagnostic imaging techniques to quantify and locate in the brain the neurotransmitters' receptors. This course aims at: i) introducing several basic concepts of neuropharmacology, i.e., promoting the understanding of the effects and of the potential of drugs that act on the central nervous system, namely in pathological situations; ii) developing the information selection and oral presentation/discussion of scientific information skills.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Bases celulares e moleculares da Neurofarmacologia*

*Conceitos de saturabilidade, especificidade, reversibilidade e eficácia farmacológica e de efeitos dependentes da dose.*

*Organização geral do sistema nervoso; sistemas sensorial, motor e límbico. Organização de sistemas neuronais. Fluxo de informação em sistemas neuronais. Neurónios e astrócitos como alvos de fármacos psico-activos*

*Transmissão e plasticidade sináptica; neurotransmissores, neuromoduladores e receptores. Vias metabólicas,*

*receptores ionotrópicos e metabotrópicos como alvos de fármacos psico-activos*

*Factores tróficos: oportunidades de reparação neuronal*

*Metodologias comportamentais de avaliação de efeito de fármacos*

*Bases moleculares de doenças do cérebro e estratégias neuroprotectoras (sinopses e neuroinflamação); efeitos de drogas de abuso*

*Metodologias electrofisiológica e neuroquímica de avaliação da ação de fármacos (e.g. cafeína)*

*Sistema colinérgico (receptores nicotínicos) e doença de Alzheimer. Ensaio clínico.*

*Sistema colinérgico (receptores nicotínicos) e doença de Alzheimer. Ensaio clínico.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Cellular and molecular bases of Neuropharmacology.*



*The concepts of satiability, specificity, reversibility and pharmacological efficacy and of dose-dependent effects. General organisation of the nervous system; sensorial, motor and limbic systems. Neuronal systems organisation. Information flow in neuronal systems. Neurons and astrocytes as targets of psycho-active drugs. Synaptic transmission and plasticity; neurotransmitters, neuromodulators and receptors. Metabolic pathways, ionotropic and metabotropic receptors as targets of psycho-active drugs. Trophic factors: opportunities for neuronal repair. Behavioural methodologies for the assessment of drug effects. Molecular bases of brain diseases and neuroprotective strategies (synapses and neuro-inflammation); drug abuse effects. Electrophysiological and neurochemical methodology for the assessment of drug action; caffeine as an example. Cholinergic system (nicotinic receptors) and Alzheimer's disease. Clinical trials.*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Conforme mencionado nos objetivos, esta disciplina visa introduzir alguns conceitos básicos de neurofarmacologia, i.e., levar os alunos a compreender o potencial e o impacto de fármacos atuando no sistema nervoso central e desenvolver competências de seleção de informação científica e da sua apresentação e discussão oral. O programa é uma visão geral da neurofarmacologia, desde os mecanismos de ação dos neurofármacos até às metodologias de análise do seu efeito, estando por isso em perfeita concordância com o objetivo geral da disciplina. As competências mais genéricas serão desenvolvidas pelo método de ensino escolhido.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*As mentioned in the objectives, this unit aims at introducing some basic concepts in neuropharmacology, i.e., aims at promoting the student's understanding of the impact and the future potential of drugs acting on the central nervous system. The syllabus is an overview of pharmacology, from the action mechanisms of neuropharmaceuticals to the methods used to assess their effects. It is therefore in perfect consonance to the broad objectives of the unit. The general competencies on information selection and oral presentation and discussion will be attained due to the teaching methodology that has been chosen.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Aulas teóricas para compreensão de alguns aspetos fulcrais da necessidade e do efeito de fármacos atuando no SNC. Aulas teórico-práticas para fomentar familiarização com algumas metodologias experimentais. Apresentação de artigos científicos selecionados para perceber a génese de novo conhecimento científico, nomeadamente para perceber a definição de uma questão científica, a metodologia seguida para a sua resolução e a limitação das conclusões a partir dos resultados obtidos. Elaboração de uma monografia para fomentar a capacidade de discutir e comentar o estado da arte de um problema.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*Theoretical classes to allow for the comprehension of the crucial facts on the effect and need for drugs acting on the CNS. Hands-on classes to allow for the familiarisation with some experimental techniques. Presentation of selected scientific papers in order to understand the dynamics of the genesis of new scientific knowledge, namely to understand the definition of a scientific question, the methodology used to tackle it and the limitations the results impose on the conclusions. Writing of an essay in order to learn how to define and comment on the state of the art of a scientific problem.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*As aulas teóricas introduzirão os conceitos básicos de neurofarmacologia e as aulas práticas permitirão o desenvolvimento de competências laboratoriais úteis para a compreensão dos mecanismos de ação dos neurofármacos e sobretudo das metodologias de análise do seu efeito. As competências mais genéricas de desenvolvimento de competências de seleção de informação científica e da sua apresentação e discussão oral serão atingidas pela apresentação de artigos científicos e pela escrita de uma monografia.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*Theoretical classes will serve as an introduction to the main aspects of neuropharmacology, while the practical classes will allow for a better understanding of the action mechanisms of these drugs and also for the development of skills in analysing their effect. The broader competencies of information selection and oral presentation and discussion will be attained through the presentation and discussion of scientific papers and the writing of a scientific essay*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Cooper JR, Bloom FE, Roth RH (2003), "The Biochemical Basis of Neuropharmacology", Oxford University Press.*

*Nestler EJ, Hyman SE, Malenka RC (2001), "Molecular Neuropharmacology. A Foundation for Clinical Neuroscience", McGraw-Hill.*

#### Mapa IV - Visão Computacional e Percepção Biológica

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Visão Computacional e Percepção Biológica*

##### 4.4.1.1.1. Title of curricular unit:

*Computer Vision and Biological Perception*

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

*ENGBIOM*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 42; S: 14; OT: 14*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*prevêem-se 2 turmas S e duas turmas OT*

##### 4.4.1.7. Observations:

*there will be 2 S groups and 2 OT groups*

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

*Miguel Sá Sousa Castelo Branco (T: 21; S: 14; OT: 14)*

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

*Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (T: 21; S: 14; OT: 14); prevêem-se 2 turmas S e duas turmas OT / there will be 2 S groups and 2 OT groups*

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

*Adquirir conhecimentos sobre o funcionamento da visão biológica, em especial a humana, e dos modelos computacionais que emulam a visão biológica. Adquirir competências computacionais aplicáveis a modelos clínicos e no âmbito da robótica.*

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

*To acquire knowledge on the workings of biological vision, particularly human, and of the computational models that emulate biological vision. To develop computational skills applicable to clinical models and robotics.*

##### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Metodologia de estudo da visão biológica.  
Neurobiologia dos fotorreceptores, células ganglionares e corticais.  
Espaços de cor fisiológicos e perceptuais.  
Análise da percepção do movimento 2D e 3D.  
Metodologias para o Estudo da Percepção.  
Modelos e Formação de Imagens.  
Visão Inicial.*

**Visão Intermédia.**  
**Visão de Nível Superior.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Methodology for the study of biological vision.**  
**Neurobiology of photoreceptors, ganglion and cortical cells.**  
**Physiological and perceptual color spaces.**  
**Analysis of the perception of 2D and 3D motion.**  
**Methodologies for the Study of Perception.**  
**Models and Image Formation.**  
**Initial Vision.**  
**Intermediate Vision.**  
**Higher Level Vision.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:  
**Os conteúdos programáticos cobrem todos os aspetos relacionados com a visão biológica e sua emulação computacional.**

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:  
**The syllabus goes over all topics related to biological vision and its computational emulation.**

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

**O ensino será baseado em aulas teóricas e teórico-práticas onde serão apresentados os fundamentos do funcionamento da visão biológica, em especial a humana, e dos modelos computacionais que emulam a visão biológica. Existirão ainda seminários e apresentações semanais feitas pelos alunos, e tutoriadas pelos docentes, bem como problemas práticos de natureza computacional resultantes da aplicação dos conceitos discutidos nas aulas teóricas.**

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

**Teaching will be based on theoretical and practical classes where the main aspects of the workings of biological vision, particularly human, and of the computational models that emulate biological vision will be presented. There will also happen seminars and weekly presentations by the students, tutored by the teachers, as well as practical problems of a computational nature resulting from the application of topics covered in the theoretical classes.**

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:  
**As aulas teóricas, práticas, seminários e apresentações dos alunos servirão para a aquisição dos conhecimentos básicos mencionados nos objetivos da unidade. Os problemas computacionais visam consolidar a aquisição de competências computacionais aplicáveis a modelos clínicos e no âmbito da robótica.**

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:  
**Theoretical and practical classes, seminars and student presentations will allow the students to learn the topics mentioned in the unit's objectives. The computational problems's role is to develop computational skills applicable to clinical models and robotics.**

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

**D. A. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach , Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2003**

**The Visual Neurosciences MIT Press Edited by Leo M. Chalupa and John S. Werner November 2003 ISBN 0-262-03308-9**

**Hartley, R.I. and Zisserman, A., Multiple View Geometry in Computer Vision, Second ed., 2004, Cambridge University Press, ISBN: 0521540518**

**Artigos científicos/Scientific papers**

#### Mapa IV - RMN Biomédico e Imagiologia Molecular

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**RMN Biomédico e Imagiologia Molecular**

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Biomedical NMR and Molecular Imaging****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****CBIO****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 40; PL: 10; S: 9****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Carlos Frederico de Gusmão Campos Gerales (T: 40; PL: 10; S: 9)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Esta unidade curricular tem por objectivo apresentar aos alunos a um nível aprofundado os conceitos da espectroscopia RMN úteis em Biomedicina, bem como da Imagem por Ressonância Magnética. Serão também apresentadas e discutidas as principais aplicações destas técnicas em investigação biomédica ao nível celular, órgãos, animais e humanos, bem como na prática clínica. Serão introduzidas a nível muito básico outras técnicas imageológicas importantes em diagnóstico médico, tais como raios X, ultrasons e técnicas de Medicina Nuclear, tais como PET e SPECT, ou outras ainda em desenvolvimento, tais como a imagem óptica (incluindo bioluminescência – BLI). Estes conceitos permitirão a apresentação e discussão dos recentes desenvolvimentos em imagem molecular multimodal.***

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

***The main goal of this CU is to present to the students at a deeper level the concepts of NMR spectroscopy useful in Biomedicine, as well as of MRI. We will present and discuss the main applications of these techniques in biomedical research at the cell, organ, animal and human levels, as well as in the clinical practice. We will also introduce at a very basic level other imaging techniques which are important in medical diagnostics, such as X ray tomography, ultrasounds and Nuclear medicine techniques, such as PET and SPECT, or others still in development, such as optical imaging (including bioluminescent imaging, BLI). These concepts will allow the presentation and discussion of the recent developments in multimodal molecular imaging.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Revisão de conceitos básicos sobre interação da radiação com a matéria. Zonas do espectro electromagnético.***
- 2. Espectroscopia de RMN Biomédico. Parâmetros RMN, aplicações ao estudo do metabolismo, energética e transporte iónico em células, tecidos e órgãos, seus extractos, e em humanos. Metabolómica por RMN***
- 3. Imagem Médica: Modalidades - óptica, ultrasons, raios X, nuclear (PET/SPECT), IRM. Imagem multimodal.***
- 4. IRM: Bases físicas e fisiológicas da relaxação magnética in vivo. Sequências de imagem e contraste. RM Funcional do cérebro.***
- 5. Introdução à Imagem Nuclear. Produção de radionuclídeos. Síntese de radiofármacos. Tomografia de emissão - PET/SPECT. Princípios físicos e aplicações.***
- 6. Imagem Óptica. Absorção, "scattering", luminescência. Tipos de fluoróforos. Exemplos. Imagem de fluorescência e bioluminescência.***

**7. Imagem Molecular. Agentes de contraste IRM. Quelatos de Gd e nanosistemas. Marcação de células. Hiperpolarização, imagem metabólica.**

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Revision of basic concepts of interaction of radiation with matter. Electromagnetic spectrum.*
2. *Biomedical NMR Spectroscopy. NMR parameters, applications to the study of metabolism, energetics, and ionic transport in cells, tissue and organs and their extracts, and in humans. Metabolomics by NMR.*
3. *Medical Imaging: modalities. Optical, ultrasounds, X rays , nuclear imaging (PET/SPECT), MRI, Multimodal images.*
4. *MRI: Physical basis, physiological basis of magnetic relaxation in vivo. Imaging pulse sequences and contrast. Brain functional MRI.*
5. *Nuclear imaging. production of radionuclides and radiopharmaceuticals. Emission tomography (PET/SPECT). Physical principles and applications.*
6. *Optical imaging. Absorption, "scattering", luminescence. Types of fluorophores. Examples. Fluorescence and bioluminescence imaging.*
7. *Molecular imaging. MRI Contrast agents. Types of CAs. Gd chelates, multimodal nanoparticles. Cell labeling and tracking. Hiperpolarization, metabolic imaging.*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*O objectivo fundamental desta UC é aprendizagem dos conceitos e aplicações da espectroscopia RMN e da Imagem MRI aplicada á Biomedicina, ao nível celular, de órgãos, animais e humanos, bem como na prática clínica. Um outro objectivo é a introdução de outras técnicas de imagem para diagnóstico médico, tais como raios X, ultrasons, técnicas de Medicina Nuclear (PET e SPECT), bem como imagem óptica e imagem multimodal. O conteúdo programático proposto contém tópicos relativos a cada um dos temas principais leccionados, reflectindo a preocupação em transmitir aos alunos os avanços essenciais da ciência nesta área do conhecimento, com particular realce para as aplicações clínicas.*

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

*The main goal of this CU is acquiring knowledge regarding the basic concepts and applications of NMR spectroscopy and MRI imaging applied to biomedicine, at the cell, organ, animal and human levels, as well as in clinical practice. Another objective is the introduction of other imaging techniques for medical diagnostics, such as X-rays, ultrasounds, nuclear medicine (PET, SPECT), as well as optical and multimodal imaging. The proposed syllabus comprises topics dedicated to each one of the fundamental topics covered in class, reflecting the care in teaching the main scientific achievements within this field of knowledge, particularly regarding the clinical applications.*

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

- *Teórico (T): ensino dos temas essenciais do programa; uso de meios audio-visuais e internet.*
- *Teórico-prático (TP), estudo de 4 artigos de investigação recentes com avaliação final*
- *Prático (P): contacto com os principais métodos científicos na área de imagem molecular, com visitas ao Centro de RM Funcional Cerebral e ao ICNAS, com demonstrações do funcionamento de aparelhos MRI, SPECT, PET e marcação de radiofármacos, eg com 68Ga*
- *Seminário (S): preparação pelos alunos e avaliação dum trabalho baseado nas sessões práticas*

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

- *Theoretical (T): teaching of the main subjects of the program; use of audio-visual methodologies and internet.*
- *Theoretical-practical (TP), study of 4 recent research papers with evaluation in the final exam.*
- *Practical (PL): contact with the most updated scientific approaches in molecular imaging, with through visits to Brain Functional MRI Center and ICNAS, with demonstrations of the functioning of MRI, SPECT, PET imaging systems, as well as radiolabeling, eg. with 68Ga.*
- *Seminar (S): preparation by students of seminar work based on the practical sessions and its evaluation.*

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

*Os métodos de ensino propostos enquadram-se no âmbito dos objectivos desta UC, já que, além das aulas presenciais relativas a cada tema, incluem sessões práticas em centros de investigação de excelência na UC relativos a imagem médica, trabalhos de pesquisa bibliográfica e apresentação de seminário, bem como treino na análise e interpretação de artigos de investigação recentes nesta área. Deste modo é dada oportunidade aos alunos para contactarem e apreenderem os avanços mais relevantes e actuais nesta área do conhecimento em Biociências.*

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

*The teaching methodologies proposed for this CU are fully within its major learning goals, since, apart from the face-to-face classes focusing each subject, they include practical sessions in research centers of excellence at the University of Coimbra relative to medical imaging, bibliographic research work and presentation of seminars, as well as training in*

*the analysis and interpretation of recent research articles in this area.*

*In this way, the students will be given the opportunity of getting acquainted with the most relevant and up-to-date developments in this particular field of knowledge in Biosciences.*

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

1. *N. Beckman (1995) Carbon-13 NMR Spectroscopy of Biological Systems, Academic Press, N.Y.*
2. *R. J. Gillies (1994) NMR in Physiology and Biomedicine, Academic Press, N.Y.*
3. *Rinck, P.A. (2003) Magnetic Resonance in Medicine. The basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum. ABW Wissenschaftsverlag, Leiben, Austria.*
4. *M. A. Brown and R.C. Semelka (2003) MRI, basic principles and applications, Wiley-Liss, Hoboken, N.J.*
5. *Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M., Boone, J.M. (2002) The Essential Physics of Medical Imaging. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia, USA.*
6. *The Chemistry of Contrast Agents in Medical Magnetic Resonance Imaging, Ed. A. Merbach, L. Helm, E. Tóth, Wiley, 2013*
7. *Molecular Imaging - Fundamentals and Applications, Tian, Jie (Ed.), Springer, 2013*
8. *Design and Applications of Nanoparticles in Biomedical Imaging, Eds. J. Bulte, M. Modo, Springer, 2017*

**Mapa IV - Fundamentos de Robótica e Biónica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Robótica e Biónica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Fundamentals of Robotics and Bionics*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP: 10; PL: 20*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Joaquim Norberto Cardoso Pires da Silva (TP: 10; PL: 20)*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta disciplina tem por objectivo introduzir os fundamentos de robótica, para alunos das áreas biomédicas. Dar formação de base em modelização cinemática, dinâmica, aspectos de controlo digital e sistemas de controlo de equipamentos robotizados, bem como, de redes de comunicação e protocolos usados nos vários subsistemas e programação local e remota. Estes aspectos são acompanhados por uma forte componente prática.*

*A disciplina fornece ainda formação sobre sistemas avançados usados em robótica médica. A bionica é tratada com algum detalhe, tendo ainda em consideração que as questões dos materiais e bio-compatibilidade são essenciais. No final os alunos devem ser capazes de modelar e analisar sistemas robóticos, interpretar as suas equações de movimento, estudar os mecanismos de controlo, perceber o que está envolvido em termos de redes, programação, segurança, controlo de contacto, etc. A bionica é explorada como forma de aplicação da mecânica e electrónica à medicina.*

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

*This course is an introduction to the fundamentals of robotics for biomedical students. It will supply training in kinematic modelling, dynamics, digital control aspects, systems for control of robotised equipment as well as on communication networks, protocols used in the various subsystems and on local and remote programming. All these aspects are complemented with practical classes.*

*The course also trains students on the advanced systems used in medical robotics. A rather detailed approach to bionics is attempted, taking in consideration issues about the materials and bio-compatibility.*

*At the end of the course, students should be able to model and analyse robotic systems, interpret their equations of motion, study their control mechanisms, and understand the network, programming, security, contact control, etc. aspects involved in these systems. Bionics is explored as an application of mechanics and electronics to medicine.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Fundamentos de Robótica*

*Robótica Moderna: Robôs Manipuladores*

*Mecânica de Robôs Manipuladores: Posição e Orientação; Cinemática Directa e Inversa; Velocidades e Forças Estáticas; Singularidades; Dinâmica; Modelização em Matlab da cinemática e dinâmica de um manipulador*

*Controlo de Robôs Manipuladores: Trajectórias; Controlo digital: elementos sobre síntese, sintonia e análise de controladores PID; Estruturas; Sensores*

*Programação de Robôs Manipuladores: Linguagens; Programação off-line e on-line; Acesso remoto: monitorização e supervisão.*

*Fundamentos de Bionica*

*Sistemas de interface homem-máquina.*

*Utilização de mecanismos robóticos para estender as capacidades humana. Modelização cinemática/dinâmica de uma mão de três dedos.*

*Comunicação e protocolos: segurança. Telemanipulação.*

*Integração com outros elementos da célula biomédica.*

*Revisão de sistemas avançados de robótica: controlo de força, sistemas de visão, aplicações em ambientes limpos/laboratoriais, Automated Guided Vehicles.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Fundamentals of Robotics*

*Modern robotics: manipulator robots*

*Mechanics of manipulator robots: position and orientation; direct and inverse kinematics; static forces and speeds; singularities; dynamics; Matlab modelling of a manipulators's kinematics and dynamics*

*Manipulator robots' control: trajectories; digital control - synthesis, syntony and analysis of PID controllers; structures; sensors*

*Manipulator robots' programming: languages; off-line and on-line programming; remote access - monitoring and supervision*

*Fundamentals of Bionics*

*Human-machine interface systems*

*Use of robotic mechanisms to extend human capabilities. Kinematics/dynamics modelling of a three-finger hand*

*Communication and protocols: security. Telemanipulation*

*Integration with other biomedical cell elements*

*Review of advanced robotic systems: force control, vision, applications in clean/laboratorial environments, automated guided vehicles*

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

*Os conteúdos programáticos cobrem todos os aspetos mencionados nos objetivos da unidade curricular.*

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

*The unit's syllabus is an overview of all the aspects mentioned in the unit's objectives.*

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

*Nas aulas teóricas são expostos os assuntos do programa de forma detalhada, motivando os alunos para complementarem esses mesmos assuntos em casa.*

*As aulas teórico-práticas são divididas entre a análise e resolução de problemas, e a componente laboratorial onde os*

*alunos devem experimentar e resolver situações de problemas reais, programação de aplicações remotas, de robótica, integração sensorial, etc. Serão sempre utilizados exemplos na área biomédica, seja ela laboratorial, apoio ao diagnóstico, etc.*

*Todos os alunos devem realizar um projecto que é parte significativa da nota final.*

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

*The syllabus is presented in a very detailed form during the theoretical classes and the students are motivated to complement it through self-study.*

*There are two kinds of practical classes: in one the students analyse and solve problems and in the other, lab based, the students try to solve real world problems on remote applications' programming, robotics, sensorial integration, etc. All the examples used come from the biomedical area, either for research, diagnostic support, etc. A significant portion of the final grade is obtained undertaking and completing a project.*

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

*As aulas teóricas fornecerão os conhecimentos de base de todos os aspetos mencionados nos objetivos da unidade. As aulas de resolução de problemas ajudarão a sedimentar esses conhecimentos. As aulas de laboratório e o projeto permitirão a aplicação dos conhecimentos adquiridos a situações reais de biomedicina.*

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

*Theoretical classes will supply the basic knowledge on all the aspects mentioned in the unit's objectives. The problem-solving classes will help in consolidating this knowledge. Lab classes and the final project will allow the students to apply what they've learnt to real world situations arising in a biomedical context.*

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

*Introduction to Robotics: Mechanics and Control Intrdução à Robótica. Teoria e principios fisicos e matemáticos de robótica industrial. Algoritmos de controlo.*

*JJ Craig, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1989*

*Modeling and Control of Robot Manipulators Intrdução à modelação e controlo de robôs Manipuladores*

*Robotics, Control, Sensing, Vision and Intelligence Principios de robótica, controlo, sensores, visão e inteligencia. Fu, Gonzalez e Lee*

*Industrial Robots Programming, Building Applications for the Factories of the Future, J. Norberto Pires, Springer 2006*

**Mapa IV - Projeto**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Projeto*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Project*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Anual*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*1296*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*n.a.*

**4.4.1.6. ECTS:**

*48*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*



**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*João Carlos Lopes Carvalho*

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

*Albano Cavaleiro, Alberto Jorge Lebre Cardoso, César Alexandre Domingues Teixeira, Filipe Antunes, Hermínio José Cipriano de Sousa, João Manuel Rendeiro Cardoso, João Miguel Santos Pereira, João Pedro Barreto, Jorge Afonso Cardoso Landeck, Jorge Fernando Jordão Coelho, Jorge Manuel Oliveira Henriques, Lino José Forte Marques, Mara Elga Medeiros Braga, Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa, Maria Isabel Silva Ferreira Lopes, Maria Ribeiro, Mário Z. Relá, Miguel Sá Sousa Castelo Branco, Paulo Alexandre Vieira Crespo, Pedro Abreu, Pedro Nuno San-Bento Furtado, Rui Pedro Paiva, Rui Davide Martins Travasso*

*(todos os anos os estudantes escolhem entre diferentes Projetos, com diferentes orientadores / every year students choose between different projects, with different advisors)*

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

- *Capacidade de realizar trabalho de investigação e/ou de inovação no quadro das tecnologias avançadas (seja em contexto industrial, clínico ou laboratorial) relacionadas com a Engenharia Biomédica;*
- *Capacidade para trabalhar com elevado grau de autonomia, propondo soluções, testá-las e validá-las..*
- *Capacidade de utilizar soluções conhecidas em problemas novos;*
- *Capacidade para comparar dados experimentais com os previstos com base em modelos existentes;*
- *Capacidade para procurar e usar bibliografia, bem como outras fontes de informação relevantes para o trabalho de investigação ou de desenvolvimento tecnológico.*
- *Capacidade para entrar em novos campos por meio de estudo individual.*
- *Ser capaz de apresentar os resultados da sua investigação a profissionais.*
- *Integrar conhecimentos adquiridos de várias fontes com vista a compreender um problema e propor uma solução.*

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

- *Ability to work with high degree of autonomy, propose solutions, test and validate them.*
- *Ability to apply known solutions to new problems;*
- *Ability to compare experimental data with those predicted based on existing models;*
- *Ability to search and use bibliography, as well as other information sources relevant to the research work or technological development.*
- *Ability to go into new fields through self-study.*
- *Be able to present the results of his/her research to professionals.*
- *Integrate knowledge acquired from various sources in order to understand a problem and propose a solution.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O projecto é uma disciplina que consta da realização de um trabalho científico ou tecnológico que se enquadre na área da Engenharia Biomédica. Deve além disso ter carácter de investigação ou/e de inovação. Este trabalho é individual podendo no entanto ser parte de um projecto que acolha um pequeno grupo de alunos (2 ou 3 alunos). Neste caso, deve haver tarefas predefinidas para cada elemento do grupo. Em qualquer dos casos a avaliação final é individual.*

*O projecto poderá ser efectuado fora da FCTUC e da FMUC (total ou parcialmente), em empresas ou outras instituições. Em qualquer dos casos haverá sempre um docente da UC responsável pelo projecto, independentemente de haver um supervisor na instituição de acolhimento.*

*O projecto inclui a escrita de uma dissertação de Mestrado e a sua apresentação final perante um júri. Além disso, o aluno terá que fazer pelo menos duas apresentações públicas sobre o seu trabalho.*

**4.4.5. Syllabus:**

*The project is a curricular unit comprising a scientific or technological work in the field of Biomedical Engineering, with research or/and innovation character. This work is individual but can be part of a project involving a small group of students (2 or 3 students). In this case, there must be predefined tasks for each element of the group. In any case the final assessment is individual. The project may be carried out outside the FCTUC and FMUC (wholly or partially), in companies or other institutions. In any case, there will always be a UC faculty member responsible for the project, regardless of whether the host institution provides a supervisor. The project includes writing a Master dissertation and its final presentation for evaluation by a jury. In addition, the student will have to make at least two public presentations of his/her work.*

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

*O programa corresponde a um trabalho científico ou tecnológico na área da Engenharia Biomédica, com carácter de investigação ou/e de inovação. Tem que ser realizado de forma autónoma, e tem que ser apresentado por diversas*

**vezes em público. Assim é claro que a realização com sucesso do trabalho implica necessariamente o cumprimento dos objectivos da unidade curricular. Como o programa é totalmente definido pelo trabalho a realizar, fica demonstrada a coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

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

***The syllabus corresponds to a research and/or innovation scientific or technological work in the field of Biomedical Engineering. It has to be done autonomously and to be presented several times in public. So, it is clear that, if the work is completed successfully, the curricular unit objectives will be necessarily fulfilled. As the syllabus is fully defined by the work to be carried out, it is demonstrated the coherence between the syllabus and the curricular unit objectives.***

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

***Um dos objectivos desta unidade curricular é promover o trabalho autónomo do aluno embora orientado pelo orientador e/ou supervisor. Essa orientação é interactiva e com a frequência prevista pelas horas de contacto.***

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

***One of the goals of this curricular unit is to promote autonomous work by the student under guidance by the advisor and/or supervisor. This supervision is interactive and with periodicity established by the curricular unit contact hours.***

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

***Sendo os objectivos principais o desenvolvimento de capacidades de investigação, inovação e trabalho com elevado grau de autonomia, a metodologia de ensino é completamente adequada para alcançar esses objectivos.***

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

***As the main objectives are the development of research, innovation and work with high degree of autonomy capabilities, the teaching methodology is completely adequate to achieve these objectives.***

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

***Literatura científica e técnica adequada ao tema do projecto.  
Manuais de utilização de aparelhos e notas de especificação de fabricantes.  
Material de promoção e divulgação comercial de aparelhos e sistemas.***

***Scientific and technical literature appropriate to the theme of the project.  
Equipments user manuals and manufacturers specification notes.  
Commercial and promotional material concerning equipments and systems.***

**Mapa IV - Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Diagnosis and Self-Regulation Algorithms***

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

***ENGBIOM***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***162***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***T: 28; PL: 37; OT: 5***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6***

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*António Dourado Pereira Correia (T: 28; PL: 37; OT: 5)*

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

*<sem resposta>*

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

*Capacidade de utilização dos principais algoritmos quantitativos usados no diagnóstico de sistemas fisiológicos mais comuns (cardiovascular, respiratório, digestivo, urinário, etc.)*

*Tratamento avançado de sinais fisiológicos para extrair as suas características no domínio temporal e de frequência.*

*Análise teórica das funções homeostáticas e de auto-regulação dos sistemas fisiológicos humanos. Projecto de sistemas de regulação de próteses e de equipamentos clínicos e hospitalares.*

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

*To know how to use the main quantitative algorithms used in the diagnosis of most common physiological systems (cardiovascular, respiratory, digestive, urinary tract, etc.)*

*Advanced treatment of physiological signals to extract their characteristics in temporal and frequency domains.*

*Theoretical analysis of homeostatic and self-regulation functions of human physiological systems. Design regulation systems for prostheses and clinical and hospital equipment.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Extracção das características de sinais fisiológicos para diagnóstico (no domínio temporal e de frequência).*

*Transformadas de Discretas de Fourier e de coseno . Onduletas no domínio temporal e de frequência, em aplicações biomédicas. Algoritmos de diagnóstico dos: sistemas cardio-vascular, respiratório, digestivo, urinário, etc.*

*- Séries temporais lineares e não lineares e seu uso em Medicina.*

*- Identificação de Sistemas Fisiológicos: modelos paramétricos e não paramétricos. Identificabilidade em malha aberta e em malha fechada.*

*- Optimização e Auto-Regulação em Sistemas Fisiológicos. Auto-adaptação em fisiologia.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Extraction of physiological characteristics for diagnosis (in the time and frequency domains). of Discrete Fourier and cosine transforms. Wavelets, in the time and frequency domains, for biomedical applications. Diagnostic algorithms: cardio-vascular, respiratory, digestive, urinary, systems etc.*

*-Linear and non-linear time series and its use in medicine.*

*-Identification of Physiologic Systems: parametric and nonparametric models. Identifiability in open and closed loop.*

*-Optimization and self-regulation in physiological systems. Self-adaptation in physiology.*

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

*Os conteúdos programáticos são uma visão detalhada de todos os aspetos mencionados nos objetivos da unidade.*

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

*The syllabus is a detailed elaboration on all the aspects mentioned in the unit's objectives.*

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

*As aulas teóricas serão sobretudo de discussão da matéria com os alunos e de resolução de problemas de aplicação da teoria (com apoio de médicos). Nas aulas práticas laboratoriais os alunos desenvolverão aplicações computacionais para diagnóstico e auto-regulação, desenvolvendo as suas capacidades de auto-aprendizagem e busca de conhecimento.*

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

*The lectures will be mainly for discussing subjects with the students and problem-solving for theory application (with support from medical doctors). In the laboratory classes, students will develop computer applications for diagnostics and self-regulation, enhancing their self-learning and quest for knowledge skills.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Pretende-se que os alunos desenvolvam capacidades de utilização dos principais algoritmos quantitativos usados no diagnóstico dos sistemas fisiológicos mais comuns, de análise teórica das funções homeostáticas e de auto-regulação dos sistemas fisiológicos humanos e que sejam capazes de elaborar projectos de sistemas de regulação de próteses e de equipamentos clínicos e hospitalares. A metodologia de ensino utilizada centra-se na solução de problemas práticos e no desenvolvimento de aplicações para diagnóstico e auto-regulação, estando por isso em perfeita sintonia com os objetivos da unidade.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The main goals of the unit are the development of skills on: use of the main quantitative algorithms for diagnostics in the most common physiological systems; theoretical analysis of the homeostatic and self-regulation functions of human physiological systems; elaboration of projects on prosthetic and clinical and hospital equipment control. The teaching methodology revolves around practical problem solving and development of applications for diagnostic and self-regulation, and is therefore perfectly attuned to the unit's objectives.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*The Medical Algorithms Project , [www.medal.org](http://www.medal.org).  
 Time-Frequency and Wavelets in Biomedical Engineering, Metin Akay (Ed), 1997, Wiley-IEEE Press Series on Biomedical Engineering.  
 Wavelets in Medicine and Biology, Akram Aldroubi and Michael Unser, Eds., CRC Press, Boca Raton, FL, 1996.  
 Biomedical Signal Processing and Signal Modelling, E. N. Bruce, Wiley 2001  
 Identification of Nonlinear Physiological Systems, Westwick e Kearney, IEEE Press Series Biom Eng 2003  
 Physiological Control Systems, Analysis, Simulation and Estimation. Khoo, IEEE Press Series Biomed Eng 2000*

#### Mapa IV - Bases de Dados e Análise de Informação

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Bases de Dados e Análise de Informação*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Databases and Information Analysis*

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

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
*T: 28; PL: 28; OT: 5*

**4.4.1.6. ECTS:**  
*6*

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

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

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
*Pedro Nuno San-Bento Furtado (T: 28; PL: 28; OT:5)*

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

<sem resposta>

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

*Esta unidade curricular é um curso de bases de dados e análise de dados. As bases de dados são um componente essencial dos sistemas informáticos. Para além dos fundamentos (modelo relacional, normalização, SQL, operações relacionais), aprende-se a operacionalizar a análise, concepção e construção de bases de dados. A capacidade de analisar dados, descobrir tendências e visualizá-los permite ainda às organizações inovar e aumentar a produtividade. Para além de conceitos de análise de dados (análise exploratória, estatística, descoberta de conhecimento e visualização), aprende-se a operacionalizar a análise usando uma linguagem de programação e estuda-se como as bases de dados e essa análise estão intimamente relacionadas.*

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

*This course is a course on databases and data analysis. Databases are an essential component of computer systems. In addition to the fundamentals (relational model, normalization, SQL, relational operations), we learn to operationalize the analysis, design and construction of databases. The ability to analyze data, discover trends and visualize them also allows organizations to innovate and increase productivity. In addition to concepts of data analysis (exploratory analysis, statistics, knowledge discovery and visualization), we learn to operationalize the analysis using a programming language and study how the databases and this analysis are closely related.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Modelo Entidade-relacionamento (ER)
- Desenho de base de dados
- Modelo Relacional (R), normalização e outros modelos
- Tradução ER-R
- Linguagem SQL e algebra relacional
- Análise exploratória de dados usando linguagem de programação
- Descoberta de conhecimento usando linguagem de programação
- Visualização de análises usando linguagem de programação

**4.4.5. Syllabus:**

- Entity-relationship (ER) model
- Database design
- Relational Model (R), normalization and other models
- Translation ER-R
- SQL language and relational algebra
- Exploratory data analysis using programming language
- Discovery of knowledge using programming language
- Viewing analysis using programming language

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

*O objectivo de aprender a definir uma base de dados para um problema corretamente, a consultar e gerir dados numa base de dados são estudados através dos conteúdos programáticos (modelo entidade-relacionamento e desenho de base de dados, modelo relacional e outros, normalização, tradução ER-R, linguagem SQL e algebra relacional). O objectivo de aprender a programar análises de dados, descobrir novos conhecimentos a partir de dados e visualizar são estudados através dos conteúdos de pesquisa e análise exploratória de dados usando uma linguagem de programação, descoberta de conhecimento e visualização de análises.*

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

*The objective of learning how to define a database for a problem correctly, to query and manage data in a database are studied through the programmatic contents (entity-relationship model and database design, relational model and others, standardization, translation ER-R, SQL language and relational algebra).*

*The aim of learning how to program data analysis, discovering new knowledge from data and visualizing are studied through research content and exploratory data analysis using a programming language, knowledge discovery and analysis visualization.*

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

*Exposição de matéria e perguntas na aula teórica: consiste em aulas organizadas para cada assunto do conteúdo programático, sempre associado a exemplos representativos e sua ligação ao mundo pratico.*

*Exploração prática em aulas praticas: as aulas praticas são organizadas como um conjunto de fichas preparadas de perguntas que são passos de desafios a responder através da utilização de ferramentas informáticas. O docente deixa os alunos tentarem chegar à solução, apoia e ajuda, e de seguida demonstra como se chega a essa solução.*

**Projecto e sua orientação.**

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

**Exposition of subjects and questions in the theoretical class: consists of classes organized for each subject of the syllabus, always associated with representative examples and their connection to the practical world.**

**Practical exploration in hands-on classes: Hands-on lessons are organized as a set of prepared question sheets that are challenging steps to answer through the use of computer tools. The teacher lets the students try to come up with the solution, supports and helps, and then demonstrates how to reach that solution.**

**Project and its supervision.**

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

**As exposições e perguntas/respostas das aulas teóricas permitem ao docente oferecer aos alunos a base de conhecimentos e estruturação dos conceitos que são necessários para os alunos perceberem como estruturar e pensar a concepção, gestão e pesquisa de bases de dados, e a análise de dados. As aulas são estruturadas por assuntos de forma a conseguir-se dar os correctos conceitos necessários ao longo do semestre.**

**A experimentação baseada em procurar as soluções em ferramenta informática para os desafios que são postos sequencialmente em cada aula pratica laboratorial têm como objectivo oferecer a capacidade aos alunos de por em pratica os conceitos e conhecimentos obtidos nas aulas teoricas, e ganharem capacidade de gerir e analisar dados na prática.**

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

**The lectures and questions / answers of lectures allow the teacher to give students the knowledge base and structuring of concepts that are necessary for them to understand how to structure and think the design, management and querying of databases, and data analysis concepts. Classes are structured by subject in order to give the correct concepts needed throughout the semester.**

**Experimentation based on using computer tool to find solutions for the challenges that are posed sequentially in each laboratory class aims to provide students with the ability to put into practice the concepts and knowledge gained in theoretical classes, and gain the ability to manage and analyze data in practice.**

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

**Main:**

**Handouts**

**R. Ramakrishnan, Johannes Gehrke, Database Management Systems, McGraw Hill, 2002**

**Database System Concepts, 5th Edition by Avi Silberschatz, Henry F. Korth, and S. Sudarshan McGraw-Hill International Edition ISBN: 007-124476-X**

**Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data. EMC Education Services (Editor). ISBN: 978-1-118-87613-8 January 2015.**

**Other bibliography:**

**Mastering Python for Data Science, Packt-Book, Samir Madhavan**

**Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer D. Widom, Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, 2001**

**Mapa IV - Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Clinical Informatics and Tele-Health Systems**

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

**ENGBIOM**

**4.4.1.3. Duração:**  
**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
**162**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
**T: 28; PL: 28; O: 2**

**4.4.1.6. ECTS:**  
**6**

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

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

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
**Paulo Fernando Pereira de Carvalho (T: 14; PL: 14; O: 2)**

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
**Jorge Manuel Oliveira Henriques (T: 14; PL: 14)**

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
**Fornecer de uma forma sistemática as tecnologias e os fundamentos para a integração e desenvolvimento de sistemas de informação e de apoio à decisão em aplicações clínicas. Em particular, é objectivo exporem-se os protocolos e abordagens mais significativas em sistemas de informação clínicos, as arquiteturas e tecnologias utilizadas para a construção de sistemas telemédicos (nomeadamente de sistemas pHealth), e ainda algoritmos de análise de informação clínica para apoio ao diagnóstico.**

**A disciplina contribui para a aquisição das seguintes competências:**

**Instrumentais:**

- **Capacidade de análise e de síntese em problemas complexos;**
- **Competência de resolução de problemas concretos no âmbito da Informática Médica.**

**Pessoais:**

- **Trabalho em grupo;**
- **Raciocínio crítico.**

**Sistémicas:**

- **Autoaprendizagem;**
- **Investigação.**

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
**To provide the students with the main concepts and technologies to build and integrate information and decision support systems for clinical applications. Namely, the goal is to teach the main clinical informatics protocols and approaches for clinical systems, architectures and technologies for telemedical health solutions (namely for pHealth systems) and diagnosis algorithms applicable for clinical decision support.**

**The course will contribute to the acquisition of the following competences:**

**Instrumental:**

- **Analysis and synthesis of complex problems;**
- **Problem solving, namely in the area of Medical Informatics.**

**Personal:**

- **Team work;**
- **Critical reasoning.**

**Systematic:**

- **Self-learning**
- **Research.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Capítulo I: Informática Médica**  
**Conceitos básicos em Informática Médica**  
**Sistemas de Informação Hospitalar**

**Capítulo II: Sistemas Hospitalares**  
**Normas para a representação e transmissão de informação clínica (ICD9/10, SNOMED, SIPE);**  
**Registos clínicos (openEHR, CEN 13606, HL7 CDA)**  
**HL7 (v2.3 e v3)**  
**Standard DICOM**

**Capítulo III: Sistemas Telemédicos**  
**Serviços e tecnologias de suporte à tele-medicina**  
**Normas para tele-medicina (IEEE 11073 PhD e BSM; H323, H26x, RTP, redes de sensores)**  
**Middlewares**

**Capítulo IV: Algoritmos de Diagnóstico e de Apoio à Decisão**  
**Algoritmos de análise de informação clínica (séries temporais e de imagem) para sistemas de suporte à decisão.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Chapter I: Medical Informatics**  
**Basic concepts in Medical Informatics**  
**Hospital Information Systems**

**Chapter II: Hospital Systems**  
**Standards for clinical information representation and transmission (ICD9/10, SNOMED, SIPE);**  
**Electronic Patient Record (CEN 13606, openEHR, HL/ CDA)**  
**HL7 (v2.3 e v3),**  
**Standard DICOM**

**Chapter III: Tele-medical Systems**  
**Services and technologies for telemedicine**  
**Telemedicine norms (IEEE 11073 PhD e BSM; H323, H26x, RTP/RTCP/SIP, Sensor networks)**  
**Middlewares**

**Chapter IV: Algorithms for Diagnosis and Decision Support**  
**Clinical information analysis algorithms for Clinical Decision Support**

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

**Os capítulos 1 a 3 debruçam-se no essencial sobre tecnologias para a construção e interligação de infraestruturas informáticas na área clínica, seja para a colheita seja para a organização e transmissão de dados clínicos. O último capítulo é relativo ao tratamento da informação coligida em ambientes clínicos com vista à definição de sistemas de apoio à decisão clínica, seja em ambiente hospitalar, seja em contextos de gestão remota de saúde. Em particular, no capítulo 1 introduzem-se conceitos básicos sobre a aplicação da informática nas sistemas clínicos, dando uma perspectiva geral sobre sistemas de informação na área hospitalar e da organização do sistema de saúde. No capítulo 2 introduzem-se as tecnologias e os conceitos necessários à construção/integração de sistemas informáticos para gestão de unidades de saúde. No capítulo 3 descrevem-se as normas e arquitecturas para construção de sistemas telemédicos. O capítulo 4 pretende introduzir algoritmos de processamento de sinal.**

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

**Chapters 1 through 3 are devoted to introducing the international standards for building and integrating information systems for clinical data collection and management in hospital as well as homecare contexts. The last chapter is devoted to algorithms for clinical data processing in order to build decision support systems for clinical applications, both in hospital as well as homecare contexts. Namely, in chapter 1 basic concepts on clinical information systems, their organization in Portugal as well as health provision system organization is provided. In chapter 2 the main international standards for building hospital information systems are introduced, whereas in chapter 3, international standards and technologies as well as the most common architectures for developing telecare systems are introduced. Finally, chapter's IV goal is to introduce algorithms for signal processing and pattern recognition.**

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

**Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.**  
**Aulas teóricas (2 horas semana)**



**Exposição dos conceitos, princípios e técnicas fundamentais relacionadas com a disciplina.**  
**Exemplos que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais**  
**Aulas práticas (2 horas semana)**  
**Propostas de problemas práticos relacionados com os assuntos leccionados na teórica, análise e respectiva implementação.**  
**A avaliação consiste ainda em exame final.**

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

**Presentation of the concepts, principles and fundamental techniques.**  
**Examples of real situations to illustrate the practical interest of the techniques and its application to real cases.**  
**Practical classes (2 hours per week).**  
**Practical problems addressing the theoretical concepts, analysis and implementation.**  
**The evaluation also consists of a final exam.**

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

**Nesta disciplina o método de ensino fomenta o envolvimento do aluno desde o início da disciplina, procurando uma aprendizagem de conhecimentos e competências continua. É com este objectivo que são propostos trabalhos práticos que abordam aspectos centrais dos conceitos leccionados. Para além dos conhecimentos e competências técnicas a metodologia adoptada pretende induzir o desenvolvimento de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.**  
**Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, capacidade de abstracção e generalização, em raciocínio matemático e crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese. Estas últimas competências são ainda reforçadas pelos trabalhos prático**

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

**The teaching approach stimulates continuous student involvement in order to achieve a continuous learning and acquisition of knowledge and competences. It is with this goal in mind that students have to perform regular homework assignments, usually motivated by discussions or doubts raised in theoretical classes, as well as to solve problems. The adopted teaching strategy intends to foster the acquisition of some generic instrumental personal and systematic competences. With the knowledge and comprehension of the topics taught in the theoretical classes and the exercises developed in the theoretical-practical classes, conditions are raised to develop competences in problem solving, capacity of abstraction and generalization, in mathematical and critical reasoning, practical application of the theoretical knowledge acquired, and, at an advanced level, analysis and synthesis. The latter competences are further developed through the practical programming assignments .**

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

**- Henriques and P. Carvalho (2010) Slides de Informática Médica, DEI-FCTUC.**  
**Bas Revet, DICOM Cook Book for Implementation in Modalities: Chapter 1 and 2, Philips Medical Systems, 1997.**

**Norma: <ftp://medical.nema.org/medical/Dicom/>**

**U. Engelmann, H. Muensch, A. Schroeter, H. Meinzer, The last 10 years of evolution in teleradiology: an overview of concepts and approaches of CHILI, Int. J., CARS (2007) 2 (Suppl. 1)S 315-316.**

**L. Schmitt, T. Falck, F. Wartena, D. Simons, Novel ISO/IEEE 11073 Standards for Personal Telehealth Systems Interoperability, 2007 Joint Workshop on High Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Plug-and-Play Interoperability, pp. 146-148, 2007.**

**M. Clarke, Developing a Standard for Personal Health Devices based on 11073, eHealth Beyond the Horizon-Get IT there, IOS PRESS, pp. 717-722, 2008.**

### Mapa IV - Revestimento de Superfícies

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Revestimento de Superfícies**

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Surface Coatings**

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

**ENGBIOM**

4.4.1.3. Duração:  
**Semestral**

4.4.1.4. Horas de trabalho:  
**162**

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

4.4.1.6. ECTS:  
**6**

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

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

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

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
**Com esta disciplina, pretende-se dar aos alunos os conhecimentos necessários para alterar as superfícies de vários materiais de modo a aumentar a sua actividade, controlar a sua energia e hidrofobicidade. Terão ainda uma visão geral das aplicações dos materiais, depois de modificados, em áreas tão importantes como a electrónica e a medicina.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):  
**This course is intended to give students the knowledge necessary to change the surfaces of various materials in order to increase their activity, control their energy and hydrophobicity. The students will also have an overview of the applications of the hitherto modified materials in important areas such as electronics and medicine.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:  
**Modificação de superfícies por processos químicos, físicos e biológicos. Modificação por plasma. Alteração das superfícies por copolimerização de enxerto, por imobilização de compostos biológicos e por fotopolimerização. Modificação de superfícies por silanização e pelo processo sol-gel. A nanotecnologia na modificação de superfícies. Superfícies anti-fouling. Superfícies antimicrobianas. Superfícies condutoras. A importância dos modificados em áreas tão importantes como análises cromatográficas, biotecnologia, medicina, electrónica, informática e aeronáutica. Caracterização de superfícies por XPS, SEM, por determinação de energia de superfície e por FTIR. Fenómenos de adesão.**

4.4.5. Syllabus:  
**Surface modification by chemical, physical and biological processes. Plasma-induced modification. Modification of surfaces by graft copolymerisation, immobilisation of biological compounds and curing. Surface modification by silanisation and the sol-gel process. Nanotechnology in surface modification. Anti-fouling surfaces. Antimicrobial surfaces. Conductive surfaces. The importance of the modified materials in important areas such as chromatographic analysis, biotechnology, medicine, electronics, computer science and aeronautics. Surface characterisation by XPS, SEM, determination of surface energy and FTIR. Adhesion phenomena.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:  
**O programa da disciplina permite aos alunos adquirir os conhecimentos necessários para modificar as superfícies de materiais com vista a possíveis aplicações nas áreas de medicina, electrónica, etc.**

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

*The unit's syllabus allows students to acquire the knowledge necessary to modify the surfaces of materials for possible applications in medicine, electronics, etc..*

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

*A exposição dos conceitos permitirá a aquisição dos conhecimentos básicos nesta área. A discussão dos casos práticos e dos problemas complexos fomentará as competências de auto-aprendizagem e discussão de problemas, facilitando também a compreensão dos assuntos abordados.*

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

*The teaching of the main concepts will give the students the basic knowledge in this field. The discussion of the case studies and of the complex problems will develop the self-learning and problem discussion skills, enhancing the understanding of the topics covered.*

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

*A exposição dos conceitos permitirá a aquisição dos conhecimentos básicos nesta área. A discussão dos casos práticos e dos problemas complexos fomentará as competências de auto-aprendizagem e discussão de problemas, facilitando também a compreensão dos assuntos abordados.*

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

*The teaching of the main concepts will give the students the basic knowledge in this field. The discussion of the case studies and of the complex problems will develop the self-learning and problem discussion skills, enhancing the understanding of the topics covered.*

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

*Buddy D.Ratner, Allan S.Hoffman, Biomaterials Science. An Introduction to Materials in Medicine,2004  
Frederick H.Silver, Biomaterials Science and Biocompatibility, 1999  
K.L.Mittal, Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion,1996*

**Mapa IV - Sistemas Embebidos****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas Embebidos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Embedded Systems*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL: 28*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):  
**Custódio Francisco Melo Loureiro (T: 28; PL: 28)**

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
 1. **Educar para uma cabal percepção dos desafios e das oportunidades para a Instrumentação decorrentes das abordagens inovadoras de computação omnipresente (ubiquitous computing) e difundida no meio ambiente (pervasive computing);**  
 2. **Formar em Tecnologia da Informática (microsistemas), envolvendo o estudo de diferentes formas de organização de hardware e de software para sistemas embebidos;**  
 3. **Formar em Tecnologia de Redes Locais cabladas e sem fios (RF) especialmente adequadas à integração de sistemas distribuídos de aquisição de dados e controlo automático;**  
 4. **Treinar para a capacidade de projecto de sistemas embebidos, através de estudos de caso e/ou de pequenos projectos, estimulando a criatividade para a concepção e a capacidade crítica para a avaliação comparativa de soluções.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):  
 1. **Understanding the challenges and opportunities in Instrumentation coming from ubiquitous and pervasive computing**  
 2. **Training on embedded systems hardware and software**  
 3. **Training on wired and wireless (RF) local network technologies suited to the integration of distributed data acquisition and automatic control systems**  
 4. **Development of the skills on embedded systems planning, through the analysis of study cases or small projects, thereby stimulating the creativity in the conception and the critical comparative analysis of solutions**

4.4.5. Conteúdos programáticos:  
 1. **Computação embebida: motivação, oportunidades e desafios**  
 2. **Tecnologia dos microsistemas e microcontroladores**  
 2.1. **Componentes de microssistemas: CPU e estruturas de buses; Dispositivos de I/O: tipos e formas de acesso; Memória; Contadores e temporizadores**  
 2.2. **Arquitecturas de microsistemas**  
 2.3. **Estruturas de microprograma e linguagem assembly**  
 2.4. **Gestão de processos informáticos e sistemas operativos**  
 3. **Plataforma para sistemas embebidos**  
 3.1. **Microprocessadores e microcontroladores: o microcontrolador como componente**  
 3.2. **Interação externa: interfaces de campo e conectividade entre computadores**  
 3.3. **Ferramentas de desenvolvimento**  
 4. **Redes locais para sistemas embebidos**  
 4.1. **Sistemas embebidos distribuídos**  
 4.2. **Arquitecturas de redes cabladas**  
 4.3. **Arquitecturas de redes sem fios**  
 5. **Projecto de sistemas embebidos**  
 5.1. **Análise de requisitos e especificação**  
 5.2. **Decomposição funcional e arquitetura de sistema**  
 5.2. **Orientação de projecto para a qualidade e manutenção**

4.4.5. Syllabus:  
 1. **Embedded computing: motivation, opportunities and challenges**  
 2. **Microsystems and micro controllers' technology**  
 2.1. **Microsystem's components: CPU and buses' structures; I/O devices; Memory; Counters and temporisers**  
 2.2. **Microsystems' architectures**  
 2.3. **Microprogram's structures and assembly language**  
 2.4. **Management of processes and operating systems**  
 3. **Platform for embedded systems**  
 3.1. **Microprocessors and microcontrollers: the micro controller as a component**  
 3.2. **External interaction: field interfaces and computer connectivity**  
 3.3. **Development tools**  
 4. **Local networks for embedded systems**  
 4.1. **Distributed embedded systems**

**4.2. Wired networks' architectures****4.3. Wireless networks' architectures****5. Embedded systems project****5.1. Requisite analysis and specification****5.2. Functional breakdown and system architecture****5.2. Quality and maintenance guided project**

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os conteúdos programáticos incluem os aspetos principais dos objetivos da unidade curricular: formação em software e hardware para sistemas embebidos, redes locais e desenvolvimento de competências de projeto nesta área.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The syllabus includes all the main aspects of the unit's objectives: learning the software and hardware involved in embedded systems, learning about local networks for embedded systems and development of skills on embedded systems project.*

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

- 1. Leccionação em aulas teóricas, no sentido de formar uma sólida cultura científica e técnica no domínio vasto das tecnologias telemáticas que constituem a base dos modernos sistemas de Instrumentação;*
- 2. Treino em aulas práticas e estudo de casos paradigmáticos, no sentido de transmitir boas práticas e de formar capacidades de decisão, avaliação crítica e realização de soluções*

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

- 1. Theoretical classes to allow for the development of a solid scientific and technical background in telematic technologies that are the basis of modern Instrumentation systems;*
- 2. Practical classes and analysis of paradigmatic examples in order to learn best practices and develop skills on decision making, critical analysis and construction of solutions.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*As aulas teóricas permitem a aprendizagem dos fundamentos de todos os aspetos mencionados nos objetivos da unidade. As aulas práticas e a análise de casos desenvolvem as competências de análise crítica e comparativa de soluções e também de projeto.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*Theoretical classes allow for the learning of the fundamental aspects of all topics mentioned in the unit's objectives. Practical classes and the analysis of examples develop the skills of comparative and critical analysis of solutions and also those of project planning.*

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

- Wayne Wolfe, Computers as Components Principles of Embedded Computing Systems Design, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design, paperback), 2005.*  
*Jose A. Gutierrez, Edgar H. Callaway, and Raymond Barrett, Low-rate Wireless Personal Area Networks: Enabling Wireless Sensor Networks With IEEE 802.15.4, IEEE Press, 2003.*

**Mapa IV - Biologia do Envelhecimento**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Biologia do Envelhecimento*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Biology of Ageing*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 24; TP: 12; S: 2; OT: 2****4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Sandra Isabel Morais de Almeida Costa Cardoso (T:20; TP:12; S:2; OT:2)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Cláudia Maria Fragão Pereira (T:2), Paula Isabel da Silva Moreira (T:2)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Esta Unidade Curricular pretende analisar a biologia do envelhecimento, partindo das alterações ao nível molecular e celular até às consequências ao nível do organismo. Pretende-se estabelecer a relação entre as alterações relacionadas com a idade com as comumente designadas doenças do envelhecimento. As novas estratégias terapêuticas antienvhecimento serão analisadas sob a égide de novas vias para travar o envelhecimento e as doenças associadas.*

*Os tópicos incluirão as teorias do envelhecimento, os modelos experimentais usados no seu estudo, o impacto do stress oxidativo nas funções celulares e órgãos, a síndrome metabólica do envelhecimento, alterações funcionais do sistema imune, músculo-esquelético e nervoso central, a instabilidade génica e a genética do envelhecimento e longevidade.*

*O objectivo é motivar os alunos para as questões relacionadas com a biologia do envelhecimento, bem como discutir as mais recentes e excitantes ideias da investigação na área do envelhecimento.*

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

*This unit is focused on the biology of ageing, from the changes at the molecular and cellular level to their consequences in the organism. The relationship between aged related changes and ageing diseases will be established. The new anti-ageing therapeutics will be analysed on the light of new ways to stop ageing and related diseases.*

*Topics will include ageing theories, experimental models used in their study, impact of oxidative stress in cellular functions and organs, metabolic ageing syndrome, functional changes of the immune, musculoskeletal and central nervous systems, gene instability and longevity and ageing genetics.*

*The main goal is to motivate the students for biology of ageing related issues. The most recent and exciting ideas arising in ageing research will be discussed.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução à Biologia do Envelhecimento: Teorias do Envelhecimento**
- 2. Homeostasia dos organelos e o envelhecimento**
- 3. Homeostasia proteica, controlo de qualidade e envelhecimento**
- 4. Stress oxidativo no envelhecimento**
- 5. O eixo GH/IGF-1 no envelhecimento**
- 6. O envelhecimento no Sistema Músculo-esquelético**
- 7. Envelhecimento normal e patológico do cérebro**
- 8. Imunosenesescência**
- 9. A genética do envelhecimento e a longevidade**
- 10. Sirtuinas, envelhecimento e doenças associadas**
- 11. Eventos estocásticos no envelhecimento celular**
- 12. Medicina anti-envelhecimento**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to the Biology of Ageing: Ageing Theories**

2. *Organelles' homeostasis and ageing*
3. *Protein homeostasis, quality control and ageing*
4. *Oxidative stress in ageing*
5. *The GH/IGF-1 axis in ageing*
6. *Ageing of the musculoskeletal system*
7. *Normal and pathological ageing of the brain*
8. *Immunosenescence*
9. *Ageing genetics and longevity*
10. *Sirtuin, ageing and related diseases*
11. *Stochastic events in cellular ageing*
12. *Anti-ageing medicine*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *O programa da unidade é uma análise metódica do conhecimento atual sobre o envelhecimento dos sistemas do corpo humano, incluindo a apresentação e discussão dos meios de que dispomos para o travar. Está, por isso, em perfeita consonância com os objetivos da unidade.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *The course's syllabus is a thorough analysis of the present knowledge on the ageing of the several systems of the human body, including the presentation and discussion of current anti-ageing medicine. It is thus in strict accordance to the unit's objectives.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nas aulas teóricas as matérias serão dadas com base na resolução de problemas em que a integração dos aspectos celulares e moleculares subjacentes às deficiências que o envelhecimento provoca no funcionamento dos vários órgãos será prioritária.*

*Nas aulas teórico-práticas, os alunos farão a apresentação oral de artigos científicos actualizados sobre os principais temas leccionados nas aulas teóricas. Pretende-se ainda que os alunos apresentem um trabalho de grupo sobre temas pertinentes para a Unidade Curricular.*

*No seminário, os alunos terão a oportunidade de ouvir palestrantes convidados.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Theoretical classes will be taught based on the solution of problems focused on the integration of cellular and molecular aspects on the ageing-induced deficiencies in the organs.*

*In the practical classes, the students will present orally selected scientific papers on the main topics taught in the theoretical classes. The students should also present a small group essay on themes related to the unit's objectives. The seminars will be given by invited speakers.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Pretende-se que os alunos aprendam o que se sabe hoje sobre a biologia do envelhecimento e fiquem despertados para esta área. O primeiro objetivo será atingido através das aulas teóricas, da apresentação de artigos atuais e da escrita de um trabalho de grupo. O segundo objetivo será transversal a todas estas atividades e será reforçado pelos seminários sobre investigação de ponta nesta área.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The goals are to teach the students the current knowledge on biology of ageing and to awaken them for this important field of research. The first goal will be fulfilled through the theoretical classes, the presentation of up-to-date papers and the writing of small essays. The second goal will be present in all these activities and it will be reinforced with the seminars on state-of-the-art research in this field.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Hand book of the Biology of Aging (Masoro EJ and Austad SN), 2006~*
- *Molecular Biology of Aging (Guarente L, Partridge L, Wallace, D), 2008\**
- *The Encyclopedia of Aging (Schulz, R, Noelker LS, Rockwood K and Sprott R.), 2006\**
- *Biopsychosocial approaches to longevity (Poon, LW and Perls, TT), 2008\**
- *Ageing and age-related diseases: the basics (Karasek, M), 2006\**
- *Review of Medical Physiology (Ganong WF), 2005\**
- *Molecular Biology of the Cell (Alberts B et al.), 2008\**
- *Genetics from Genes to Genomes (Hartwell L), 2008\**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Dosimetria, Segurança e Proteção Radiológicas*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Dosimetry, Radiation Protection and Safety*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; TP: 28*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Maria Isabel Silva Ferreira Lopes (T:28; TP:14)*

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

*Alexandre Miguel Ferreira Lindote (TP:14)*

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

*1) Adquirir conhecimentos relativos a: i) grandezas fundamentais radiométricas e dosimétricas. ii) vários tipos de dosímetros e de instrumentação para monitorização de feixes, radiação ambiental e dose individual. iii) cálculo de doses internas e externas de radiação; iv) dimensionamento de barreiras de protecção e de blindagem de sistemas; v) radioactividade ambiente e gestão de resíduos radioactivos; vi) legislação associada a esta área.*

*2) Saber utilizar métodos computacionais (deterministas e de Monte Carlo) em cálculos dosimétricos e protecção radiológica.*

*3) Adquirir capacidade para procurar e utilizar bibliografia, organizando um conjunto consistente de informações relativas às áreas acima referidas.*

*4) Saber resolver problemas de cálculo de dose interna e externa.*

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

*1) To know i) the fundamental physical radiometric and dosimetric quantities; ii) different type of integral and pulsed dosimeters, as well as instrumentation for personal and environmental monitoring and survey; iii) how to calculate internal and external radiation doses; iv) how to dimension and design screening barriers; v) environmental radiation and radioactive waste management; vi) legislation on safety and radiation protection.*

*2) To know how to use computational methods for dosimetric calculations and design of radiation protection barriers.*

*3) Ability to search and use bibliography, organising a consistent set of information regarding the area in study.*

*4) To know to solve problems involving the calculation of internal and external doses.*



**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**1-Introdução aos princípios, grandezas e unidades dosimétricas .**

**2- Dose externa e interna devido a fontes de radiação gama, raios-X e partículas carregadas.**

**3-Interacções e cálculo da dose devida a neutrões .**

**4- Instrumentação para dosimetria**

- Dosímetros de leitura integral e pulsada.
- Detectores para monitorização da radiação ambiente
- Sondas intra-operatórias.

**5 Sistemas para dosimetria**

- Calibração de câmaras de ionização com raios-X e gama.
- Caracterização de feixes de radiação
- Calibração e controlo de qualidade de sistemas de dosimetria.

**6 Segurança e protecção radiológicas**

- Princípios da protecção e segurança radiológicas
- Cálculo de blindagens
- Tipos de fontes e modos de exposição
- Irradiação e contaminação
- Regras básicas de radioproteção
- Manipulação e gestão de resíduos radioativos

**7 Normas de Base, Regulação e Legislação.**

**4.4.5. Syllabus:**

**1 - Introduction to the main principles, quantities and units in dosimetry.**

**2 - Determination of the external and internal dose due to sources emitting gamma radiation, X-rays and charged particles.**

**3 - Interaction and dose due to neutrons.**

**4 - Techniques and instrumentation in dosimetry**

- Integral and pulsed dosimeters
- Detectors for radiation monitoring and survey
- Intraoperative probes.

**5- Dosimetric systems**

- Calibration of ionising chambers with X-rays and gamma-radiation
- Radiation beams characterisation
- Calibration and quality control of dosimetric systems.

**6 - Practice radiation protection and safety**

- Principles of radiation protection and safety
- Design of screening barriers
- Types of sources and exposure modes
- Irradiation and contamination
- Basic rules in radiation protection
- Radioactive waste handling and management

**7 -Standards, Regulations and Legislation in radiation protection and safety**

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

**Os conteúdos programáticos servem directamente os objectivos 1 e 3, e são a base indispensável para atingir os objectivos 2 e 4 da lista que consta da secção 3.3.4 .**

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

**The syllabus is designed to serve directly the curricular unit's objectives 1 and 3 and its the indispensable base for attaining objectives 2 and 4 of the list in section 3.3.4.**

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

**Nas aulas teóricas, os assuntos são lecionados de forma expositiva, utilizando-se principalmente meios audiovisuais.**

***Nas aulas teórico-práticas os alunos resolvem problemas, seguidos de discussão, onde se procura ligar os conceitos abordados a situações práticas.***

***Nas aulas práticas, os alunos realizam trabalhos computacionais de simulação, onde terão que aplicar os conhecimentos aprendidos nas aulas teóricas. Nessas aulas proceder-se-á também à apresentação e discussão de "case studies" de protecção e segurança radiológicas.***

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

***In the theoretical lectures, the subjects are explained using mainly audiovisual media. In the practical classes students solve problems, followed by discussion, that aim to link the concepts, methods and techniques learned in the theoretical lectures to practical situations.***

***In practical classes, students carry out computer simulations, in which they apply the knowledge acquired in theoretical lectures. These classes will also include the presentation and discussion of "case studies" in radiation protection and safety .***

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

***As aulas teóricas expositivas visam ser um meio essencial para ajudar o aluno a atingir o objectivo 1. Durante estas aulas, vão também ser lançados desafios pontuais que levem os alunos a procurar resolver problemas ou esclarecer aspectos na bibliografia e assim ir trabalhando no sentido de atingir o objectivo 3.***

***As aulas práticas são essenciais para atingir o objectivo 4 pois é nessas aulas que se resolvem problemas que têm como objectivo o cálculo de doses internas e externas. A apresentação e discussão de "case studies" constitui um método muito apropriado para consolidar o objectivo 1 e 3.***

***Finalmente, as aulas práticas destinadas aos alunos realizarem simulações computacionais são cruciais para atingir o objectivo 2 e reforçar o objectivo 1.***

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

***Theoretical classes aim to be an essential tool to help the student reaching the learning outcome 1. During these sessions, it will also be launched small problems/challenges that aim to lead students to seek their clarification on the literature and thus working towards learning outcome 3.***

***The practical classes are essential to achieve learning outcome 4 as these classes are devoted to solve problems involving the calculation of internal and external doses. The presentation and discussion of case studies is a very appropriate method to consolidate learning outcomes 1 and 3.***

***Finally, the practical classes in which the students carry out computer simulations are crucial to achieve learning outcome 2 and reinforce the objective 1.***

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

***- Herman Cember, Introduction to Health Physics, 4th Ed., McGraw-Hill, Inc., 2009***

***-- Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Michael G. Stab, Springer, 2010***

***- F.H. Attix, Introduction to radiological physics and radiation dosimetry, John Wiley, 1986***

***- J.R. Greening, Fundamentals of Radiation Dosimetry, Medical Physics Handbooks, 1985***

### **Mapa IV - Modelação Quantitativa em Biologia**

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

***Modelação Quantitativa em Biologia***

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

***Modelação Quantitativa em Biologia***

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

***CBIO***

#### **4.4.1.3. Duração:**

**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 28; PL: 28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Rui Davide Martins Travasso (T: 28; PL: 28)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Conhecer o "state of the art" em Modelação Biológica.****- Preparar o aluno para a investigação em física biológica: fomentar o espírito de investigação e a capacidade de trabalhar em equipa****- Preparar o aluno para analisar computacionalmente e matematicamente sistemas biológicos de uma forma qualitativa e quantitativa.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Know the "state of the art" in Biological Modeling.****- To prepare the student for research in biological physics: foster the student's motivation for research and the ability to work as a team****- Prepare the student to analyse biological systems in a qualitative and quantitative way using computational and mathematical models.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Ruído em sistemas biológicos:****- Descrição de sistemas de regulação genética****- Processos de Markov, equação mestra****- Processos estocásticos, equação de Langevin, aplicações****Quimiotaxis e movimento celular:****- Escoamentos a baixo número de Reynolds****- Estratégias usadas por células para se deslocarem****- Modelação de movimentos ameboide e mesenquimal****- Advecção em oposição a difusão, difusão não linear na célula****Modelos de crescimento tumoral****- Usos de modelos de Cellular Potts na modelação de carcinomas****- Modelos de Phase-field****Dinâmica de tecidos vivos:****- Elasticidade não linear: Materiais elásticos de Cauchy e de Green. Hiperelasticidade.****- Tensões residuais em sistemas biológicos. Elasticidade do material na presença de fibras.****- Materiais viscoelásticos: Modelos microscópicos de viscoelasticidade. Relações constitutivas de materiais viscoelásticos. Dinâmica de materiais viscoelásticos. Aplicações à biologia.****4.4.5. Syllabus:**

**Noise in biological systems:**

- *Description of fluctuations in genetic regulatory networks*
- *Markov processes, master equation*
- *Stochastic processes, Langevin equation, applications*

**Chemotaxis and cell movement:**

- *Flows with low Reynolds number*
- *Strategies used by cells to move*
- *Modeling of ameboid and mesenchymal movements*
- *Advection as opposed to diffusion, non-linear diffusion in the cell*

**Modeling tumor growth**

- *Use of Cellular Potts models*
- *Phase-field models in Biology*

**Dynamics of living tissues:**

- *Non-linear elasticity: Cauchy and Green elastic materials. Hyperelasticity.*
- *Residual stresses in biological systems. Elasticity of the tissue in the presence of fibers.*
- *Viscoelastic materials: Microscopic models of viscoelasticity. Constitutive relations for viscoelastic materials. Dynamics of viscoelastic materials. Applications to biology.*

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

*Os conteúdos programáticos abordam as matérias básicas para compreender o "estado da arte" de modelos computacionais de processos dinâmicos em células e tecidos. A aprendizagem deste temas permitirá ao aluno analisar melhor a literatura de um ponto de vista crítico e prepará-lo para conseguir desenvolver modelos quantitativos de processos dinâmicos em sistemas biológicos. As respetivas técnicas de modelação computacional serão também introduzidas nas aulas práticas ao longo do semestre, permitindo assim ao aluno desenvolver capacidades de programação específicas no contexto da física biológica.*

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

*The syllabus addresses the basic topics required to understand the "state of the art" of computational modelling of dynamic processes in cells and tissues. The learning of these topics will allow the student to better analyse the literature from a critical point of view, and to prepare him to develop quantitative models of dynamic processes in biological systems. The respective computational modelling techniques will also be introduced in the practical classes throughout the semester, thus allowing the student to develop the specific programming capabilities in the context of biological physics.*

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

*Aulas teóricas: Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas biológicos cuja descrição se enquadra nos tópicos apresentados. Encoraja-se a discussão de outros tópicos relevantes à disciplina e que sejam alvo de investigação activa na comunidade.*

*Aulas práticas: Resolução de exercícios, discussão e apresentação pelos alunos de artigos relevantes. Fomenta-se nos alunos o espírito de investigação, a capacidade de trabalhar em equipa e de desenvolvimento de um modelo teórico e computacional que descreva fenómenos biológicos.*

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

*Theoretical classes: Expositive lecturing with constant references to biological systems whose description fits the topics presented. It encourages the discussion of other topics relevant to the discipline and that are target of active research in the community.*

*Practical classes: Resolution of exercises, discussion and presentation by students of relevant articles. Students are encouraged to have a research frame of mind, and to work as a team to develop a theoretical and computational model that describes biological phenomena.*

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

*As metodologias de ensino partem do conhecimento adquirido nas aulas teóricas dos modelos físicos e matemáticos que são aplicados à biologia, para a aplicação em contexto de investigação desses mesmos conhecimentos. Os alunos nas aulas práticas são postos em contacto com trabalhos realizados nos últimos anos, e incentivados a desenvolver modelos computacionais de um sistema biológico.*

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

*The teaching methodologies in the theoretical classes promote the acquired knowledge of the physical and*

*mathematical models that are currently applied to biology, and the application in the research context of this same knowledge. In the practical classes the students are put in contact with works carried out in recent years, and are encouraged to develop computational models of a biological system.*

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

*R.W. Ogden, Nonlinear elastic deformations, Dover (1997)*  
*R.G. Larson, The structure and rheology of complex fluids, Oxford University Press (1999)*  
*M. Eisenbach et al, Chemotaxis, Imperial College Press (2004)*  
*N.G. van Kampen, Stochastic processes in physics and chemistry, North-Holland (1981)*  
*G Forgacs, Biological Physics of the Developing Embryo, Cambridge University Press (2005)*  
*R Phillips et al, Physical Biology of the Cell, CRC Press (2012)*  
*JD Murray, Mathematical Biology, Springer (2007)*  
*Milo, Phillips, Cell Biology by the Numbers, Garland Science (2012)*  
*Avner Friedman, Chiu-Yen Kao, Mathematical Modeling of Biological Processes (2014)*

#### Mapa IV - Dosimetria da Radiação e Radiobiologia

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Dosimetria da Radiação e Radiobiologia*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Radiation Dosimetry and Radiobiology*

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

*CBIO*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T:12; TP:27; PL:20; S:6*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*prevêm-se 2 turmas PL e 3 turmas S*

##### 4.4.1.7. Observations:

*there will be 2 PL groups and 3 S groups*

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

*Maria Filomena Rabaça Roque Botelho (T: 12; TP: 2; S: 4)*

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

*Ana Margarida Coelho Abrantes (TP: 10, PL: 16, S: 4), Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo (TP: 4, PL: 6), Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (TP: 2), Ana Salomé dos Santos Pires Lourenço (TP: 9, PL: 18, S: 4); prevêm-se 2 turmas PL e 3 turmas S / there will be 2 PL groups and 3 S groups*

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

*O conhecimento aprofundado de maneira como a radiação deposita energia nos meios biológicos, no contexto de utilização da radiação ionizante em diagnóstico e terapêutica e o cálculo dosimétrico inerente a essa utilização é fundamental para quem se especializa em imagem e radiação. Simultaneamente a inerente problemática da radioproteção é outra área afim que necessita de aprendizagem.*

**Os objectivos desta unidade curricular a nível de atitudes, capacidades e competências, são desenvolver a atitude de pesquisa metódica, promover a observação crítica dos processos de medição, das medidas e respectivas unidades bem como dos erros associados e de análise e de síntese.**

**Consideram-se objectivos a nível dos conhecimentos: conhecer e manipular as diferentes grandezas e unidades de medida, conhecer as noções matemáticas relativas à teoria do alvo no contexto de irradiação celular, adquirir conhecimento relativo à radiação ionizante, efeitos biológicos e respectiva dosimetria. Compreender os pri**

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

**The deeper understanding of how radiation deposits energy in biological media in the context of use of ionizing radiation in diagnosis and therapy as well as the dosimetric calculation inherent in his use is critical to those who specialize in imaging and radiation. Simultaneously the inherent problems of radiation protection are another related area that requires learning.**

**The objectives of this course in terms of attitudes, abilities and skills are developing the attitude of methodical research, promote critical observation of measurement procedures, measures and units as well as the associated errors and analysis and synthesis.**

**Considering the objectives in knowledge: knowing and manipulating the different quantities and units of measure, know the mathematical concepts relating to target's theory in the context of cell irradiation, acquire knowledge about ionizing radiation, its biological effects and dosimetry. To understand the general principles of radiation detection, to recogni**

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

**No primeiro capítulo da disciplina são definidas as unidades dosimétricas do Sistema Internacional e as unidades usuais aproveitando-se para fazer uma contextualização histórica do tema. A cinética associada à proliferação celular bem como a estrutura tecidual são temas necessários ao entendimento posterior da formação de radicais livre e da importância dos efeitos citotóxicos da radiação leccionados no segundo e terceiro capítulos. São introduzidos alguns modelos explicativos das lesões celulares e explorado o conceito de lesão reparável e de radiosensibilidade. No quinto capítulo introduz a noção de radiosensibilizador e radioprotector dando-se exemplos convenientes. Com o corpo de conhecimentos adquiridos a radiação do corpo inteiro, a radiação ambiente e a radioprotecção são temas que são explorados com profundidade. Do ponto de vista laboratorial são observados os efeitos provocados pela radiação em culturas celulares e a sua tradução em termos terapêuticos. Princípios gerais dos**

#### 4.4.5. Syllabus:

**In the first chapter the dosimetric units of the International System as well as the common units are defined. The kinetics associated with cell proliferation and tissue structure are important subjects for the understanding of the subsequent formation of free radicals and the importance of the cytotoxic effects of radiation will taught in the second and third chapters. Some models of cell injury are introduced and the concept of repairable damage and radiosensitivity is explored. The fifth chapter introduces the notion of radiosensitizer and radioprotective giving up convenient examples. With the body of knowledge acquired total body irradiation, the background radiation and radiation protection are themes that are explored in depth. In the laboratory practices the effects of the radiation in cell cultures and its translation into therapeutic terms are observed. General principles of radiation detectors. Detector characteristics: energy resolution, sensitivity, efficiency and response**

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

**Os conteúdos programáticos serão apresentados por especialistas nos temas a desenvolver, em áreas tão importantes como os dosimetria da radiação ionizante, efeitos da radiação e radiobiologia, radiosensibilidade e radioprotecção . Estes tópicos constituem aspectos muito importantes na preparação do engenheiro biomédico, estando assim em concordância com os objectivos desta unidade curricular. Os princípios em que se baseiam o funcionamento dos detectores e a forma geral de medir o seu desempenho são discutidos e aplicados a exemplos concretos permitindo aos alunos adquirir os conhecimentos necessários sobre a física de deteção. São igualmente apresentados diferentes tipos de detectores e analisados alguns circuitos típicos permitindo aos alunos reconhecer as semelhanças e diferenças entre eles.**

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

**The syllabus' contents are going to be presented by well-known experts on these topics proposed. Areas such as ionizing radiation dosimetry, effects of radiation and radiobiology, cell radiosensitivity and radioprotection will be addressed by these experts in detail in accordance to the curricular unit's objectives. The fundamental principles of the operation of detectors and the general way of measuring their performance are discussed and applied to concrete examples, which allow the students to acquire the necessary knowledge about the physics of detection. Different types of detectors are also presented and some typical circuits are analysed, permitting the students to recognize the similarities and differences between them.**

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

**A disciplina é leccionada em 12h teóricas (T), 27h teórico-práticas (TP), 20h práticas laboratoriais (PL) e 6h de**

**seminários (S). Nas T a matéria é leccionada de forma expositiva, nas TP os alunos são colocados a novas situações, nas PL realizam trabalhos laboratoriais de bancada onde aplicam os conhecimentos aprendidos nas T e nas TP. Nos S são apresentados os relatórios das aulas práticas laboratoriais e discutidos os seus resultados. A equipa docente está sempre disponível a esclarecer dúvidas.**

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

*The course syllabus is taught in 12h of theoretical (T), 27h theoretical-practical (TP), 20h of laboratory practice (PL) and 6h of seminars (S). At T the matters are taught of expository manner, in TP the students met with new situations, in PL the students perform laboratory work where apply the T and TP knowledge. At seminars each student presents the practical reports and discusses the results obtained.*

*The teaching team is always available to answer questions.*

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

*As metodologias de ensino utilizadas anteriormente referidas irão permitir atingir os objectivos previamente definidos.*

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

*The previously reported methodologies of teaching will allow us to achieve all the curricular goals.*

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

- *Essentials of Radiation Biology and Protection, Steve Forshier, DELMAR Thomson Learning, 2002.*
- *An Introduction to Radiobiology, A.H.W. Nias, John Wiley and Sons, 2000.*
- *Biological Radiation Effects, Jürgen Kiefer, Springer-Verlag, 1990.*
- *Introduction to Health Physics, Herman Cember, McGraw-Hill, Inc., 1992*

**Mapa IV - Tecnologias e Análise de Dados em Genómica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Tecnologias e Análise de Dados em Genómica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Technologies and Data Analysis in Genomics*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 14; TP: 28; OT: 10*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Maria Joana Lima Barbosa de Melo (T: 9; TP: 18; OT: 10)*

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

*Isabel Maria Marques Carreira (T: 1, TP: 2), Miguel Sá Sousa Castelo Branco (T: 1, TP: 2), Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo (T: 3, TP: 6)*

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

*Compreender o genoma e suas especificidades.*

*Compreender a importância da Genómica, a ciência que analisa o genoma completo de organismos ou de um grande número de genes de forma simultânea, em diferentes domínios, nomeadamente no campo da medicina.*

*Compreender os conteúdos das subdisciplinas no âmbito da Genómica, como a Genómica estrutural, a Genómica funcional e a Genómica comparativa.*

*Avaliar e identificar as diferentes ferramentas tecnológicas no âmbito da Genómica.*

*Identificar, avaliar e compreender as bases de dados e as ferramentas bioinformáticas existentes, no âmbito da genómica.*

*Identificar e compreender a importância e aplicação das tecnologias e das ferramentas de análise de dados em*

*Genómica em áreas emergentes como a farmacogenómica, a nutrigenómica, a toxicogenómica, a metagenómica, entre outras. Delinear estratégias de abordagem para análise de dados em genómica.*

*Discutir as questões éticas e regulamentares relacionadas com a Genómica*

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

*Understand the genome and its specifications.*

*Understand the importance of Genomics, the science that analyses complete genomes or a large set of genes simultaneously, in different fields, namely in the field of medicine.*

*Understand the contents of genomic subfields, like structural genomics, functional genomics, and comparative genomics.*

*Evaluate and identify the different technological tools in the field of genomics, understanding its limitations and possibilities.*

*Identify, evaluate and understand data bases and bioinformatic tools for the analysis of multiple data, in the field of genomics.*

*Identify and understand the importance and the application of different technologies and tools for data analysis in emergent fields like pharmacogenomics, nutrigenomics, toxicogenomics and metagenomics.*

*Delineate strategies and approaches to data analysis in genomics.*

*Discuss ethical and regulatory issues related with data analysis and interpretation in the field of genomics.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**1 - Conceitos básicos de genética**

- DNA, genes e cromossomas

- Mutações e alterações cromossómicas

- Expressão génica e sua regulação

- Variabilidade genética

**2 – Genómica Estrutural**

- Tecnologias e ferramentas

- Mapeamento de genomas e anotação genómica

- Projectos internacionais. Ex. HGP, HapMap, 100 000 genomas

- Genómica estrutural - bases de dados e ferramentas bioinformáticas

**3 – Genómica Funcional**

- Relação da Genómica com a Transcriptómica, Proteómica, Metabolómica, Lipidómica

- Tecnologias e ferramentas

- Genómica funcional - bases de dados e ferramentas bioinformáticas

- Projectos internacionais. Ex. Projecto Encode

**4- Genómica Comparativa e Evolução**

- Variação dos diferentes genomas; genoma humano de alguns modelos animais.

- Metagenómica e suas aplicações

- Genómica comparativa - bases de dados e ferramentas bioinformáticas

**5- Genómica e Medicina**

- A Genómica no diagnóstico clínico e investigação forense

- A Farmacogenómica, Nutrigenómica e toxicogenómica

- Questões éticas

**4.4.5. Syllabus:**

**1 - Basic concepts in Genetics**

- DNA, genes and chromosomes

- Mutations and chromosomal abnormalities

- Gene expression and its regulation

- Genetic variability



**2 – Structural Genomics**

- Technologies and tools
- Genomes mapping and genomic annotation
- International Projects, eg: HGO, 100 000 genomes, HapMap Project
- Structural Genomics - data bases and bioinformatic tools

**3 – Functional Genomics**

- Correlation of Genomics with Transcriptomics, Proteomics, Metabonomics and Lipidomics
- Technologies and Tools
- International Projects, eg: Encode Project
- Functional Genomics - data bases and bioinformatic tools

**4- Comparative Genomics and evolution**

- Variation of different genomes - human genome and genomes of some animal models

- Metagenomics and its applications
- Comparative Genomics - data bases and bioinformatic tools

**5- Genomics and Medicine**

- Genomics in clinical diagnosis and forensic research
- Pharmacogenomics, nutrigenomics and toxicogenomics
- Ethical issues

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

*O conhecimento de conceitos básicos permite fundamentar a importância do estudo de genomas, compreender os mecanismos básicos de hereditariedade e a importância da genómica, nomeadamente no campo da medicina.*

*O conhecimento da estrutura geral do genoma é essencial para compreender o DNA como fonte de variabilidade.*

*O conhecimento sistemático da genómica nas suas subdisciplinas e das diferentes abordagens em cada uma, permite avaliar as diferentes ferramentas tecnológicas.*

*A abordagem das potencialidades da genómica na saúde e sociedade, permite exemplificar a importância e aplicação das tecnologias e das ferramentas de análise de dados em Genómica em áreas como o diagnóstico, investigação forense, e outras áreas emergentes.*

*A sistematização das diferentes abordagens tecnológicas e de análise permite identificar e delinear estratégias para análise de dados neste âmbito.*

*A abordagem de assuntos regulamentares e éticos, permite discutir questões singulares relacionadas com a genómica.*

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

*The knowledge of basic concepts in genetics and of hereditary mechanisms allows the understanding of the importance of genomes studies, and the understanding of the importance of genomics, namely in medicine.*

*The knowledge of the global structure of the genome is essential to understand the role of DNA in variability.*

*The systematic knowledge of genomics and its sub disciplines and of the related approaches, allows the evaluation of different technological tools.*

*The understanding of the genomic approach advantages in different fields related with health and society, allows the discrimination of the importance and application of different technologies and tools in areas such as clinic diagnostic, forensic research, among others.*

*- The characterization of different technological and analysis approaches in genomics, allows the identification of different strategies.*

*- The approach to regulatory and ethical issues in genomics, allows the discussion of particular questions related to genom*

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

**Métodos de ensino:**

- aulas teóricas – 14 h
- aulas teórico-práticas – 28 h:
- discussão em grupo de artigos científicos e/ou temas atuais e transversais à Genómica;
- interação com diferentes tecnologias no âmbito da genómica em contexto de laboratório;
- resolução de casos problema recorrendo a ferramentas bioinformáticas.
- orientação tutorial: 10 h
- orientação para a resolução de casos problema, discussão de artigos científicos e temas

**Métodos de Avaliação:**

- Discussão e apresentação escrita e oral de trabalho - 40%
- Exame - 60%

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

**Teaching methodologies:**

- *Theoretical classes: 14 h*
  - *Theoretical/Practical classes: 28 h*
  - *discussion of scientific papers and different topics of genomics with students;*
  - *interaction with different genomic methodologies in the lab;*
  - *resolution of problem-cases with different bioinformatics tools*
  - *Tutorial: 10 h*
  - *guidance in the resolution of case-problems, scientific papers and topics discussion*
- Evaluation:**
- *Discussion and presentation of individual work - 40%*
  - *Exam - 60%*

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

- *As aulas teóricas, essencialmente expositivas, facilitam a compreensão dos conteúdos programáticos;*
- *As aulas teórico-práticas com discussão de artigos científicos e temas atuais pelos alunos e os docentes permitem contextualizar a importância da Genómica na sociedade moderna e avaliar o seu impacto.*
- *As aulas teórico-práticas permitem ainda a aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas no âmbito das tecnologias e análise de dados em genómica;*
- *O ensino tutorial permite a orientação dos alunos na resolução de casos problema e na discussão de temas a serem apresentados pelos alunos.*

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

- *Theoretical classes allow a more structured understanding of the subjects.*
- *Theoretical/Practical classes with the discussion of different topics and scientific papers allow the contextualization of Genomics in modern society and evaluation of its impact.*
- *Theoretical/Practical classes also allow the application of the theory to the resolution of cases in the field of Genomic technologies and data analysis.*
- *Tutorial guidance will allow the preparation of students for case-problem resolution as well as topics to be presented by students.*

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

**Livros/Books:**

- *Artigos científicos e de revisão / Scientific and review papers*
  - *Introduction to Genomics, 2nd edition, Arthur Lesk, ISBN 978-0-19-956434-4*
  - *Bioinformatics and Functional Genomics, 2nd edition, Jonathan Pevsner, ISBN: 978-0-470-45148-9.*
- Outros/Others:**
- *Outro material / Other material*

**Mapa IV - Aprendizagem Computacional**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Aprendizagem Computacional***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Machine Learning***

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

***ENGBIOM***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***162***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***T: 28; PL: 26; O: 2***

**4.4.1.6. ECTS:**

6

## 4.4.1.7. Observações:

&lt;sem resposta&gt;

## 4.4.1.7. Observations:

&lt;no answer&gt;

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

**António Dourado Pereira Correia (T: 28; PL: 26; O: 2)**

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

*Estudar as principais técnicas de aprendizagem computacional no contexto da multiplicidade de tipos de dados disponíveis nas aplicações relevantes nomeadamente desenvolvimento e interpretação de árvores de decisão, configuração e treino de redes neuronais artificiais incluindo aprendizagem profunda, de lógica difusa, sistemas difusos e neuro-difusos. Desenvolver as competências para conceber sistemas de classificação de grandes conjuntos de dados, de diagnóstico em contextos médicos e clínicos, de controlo inteligente, de análise sistémica dos problemas complexos e de avaliação crítica dos resultados.*

*Competências genéricas em análise e síntese, comunicação escrita e oral, conhecimentos de informática relativos ao âmbito do estudo, resolução de problemas, raciocínio crítico, capacidade de decisão, trabalho em grupo, aprendizagem autónoma, aplicação prática de conhecimentos teóricos, criatividade, autocritica e auto-avaliação, em investigação.*

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

*To study the main techniques of machine learning in the context of the multiplicity of data types available in practical applications. Namely, studies include the techniques such as decision trees, artificial neural networks and deep learning, fuzzy logic, fuzzy and neuro-fuzzy systems. To develop competencies to design systems for classification of large data sets, for diagnosis in medical and clinical contexts, for intelligent control, for holistic analysis of complex problems and critical evaluation of its results. Additionally, competencies for group working, for scientific and technical oral and written communication are developed. Generic competencies in analysis and synthesis, informatics knowledge relative to the study focus, problem solving, critical thinking, decision capability, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge, creativity, self-criticism and self-evaluation, and research.*

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

*To study the main techniques of machine learning in the context of the multiplicity of data types available in practical applications. Namely, studies include the techniques such as decision trees, artificial neural networks and deep learning, fuzzy logic, fuzzy and neuro-fuzzy systems. To develop competencies to design systems for classification of large data sets, for diagnosis in medical and clinical contexts, for intelligent control, for holistic analysis of complex problems and critical evaluation of its results. Additionally, competencies for group working, for scientific and technical oral and written communication are developed. Generic competencies in analysis and synthesis, informatics knowledge relative to the study focus, problem solving, critical thinking, decision capability, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge, creativity, self-criticism and self-evaluation, and research.*

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Cap. 1. Introdução à aprendizagem computacional: o processo geral e suas etapas.*

*Cap. 2. Árvores de decisão: do algoritmo ID3 ao algoritmo C4.5.*

*Cap. 3. Técnicas de agrupamento (clustering)*

*Cap. 4. Neurónios e Redes Neuronais: arquiteturas monocamada, multicamada e RBF e suas aprendizagens.*

*Cap. 5. Arquiteturas avançadas de redes neuronais: de redes recorrentes e redes profundas.*

*Cap. 6. Lógica difusa e conjuntos difusos. Relações difusas, princípio da extensão de Zadeh.*

*Cap. 7. Sistemas Difusos baseados em regras, de tipos Mamdani e Sugeno. Aprendizagem de regras difusas e treino de sistemas difusos.*

*Cap. 8. Sistemas Neuro-difusos: a arquitetura ANFIS e seu treino. Aplicações.*

## 4.4.5. Syllabus:

*Chap.1. Introduction to machine learning: the general process and its stages.*

*Chap.2. Decision trees: from ID3 algorithm to C.5 algorithm.*

*Chap.3. Clustering techniques.*

*Chap.4. Neurons and Artificial Neural Networks: single layer, multilayer and RBF and their learning algorithms.*

*Chap.5. Advanced NN architectures: recurrent networks and deep networks.*

*Chap.6. Fuzzy logic, fuzzy sets, fuzzy relations and Zadeh extension principle.*

*Chap.7. Fuzzy rule based systems of Mamdani and Sugeno types. Learning of fuzzy rules and training fuzzy systems.*

**Chap.8. Neuro-fuzzy systems: the ANFIS architecture and its training. Applications.**

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*O programa inclui para estudo obrigatório as principais técnicas de aprendizagem computacional com maior relevância (árvores de decisão, redes neuronais artificiais, sistemas fuzzy e sistemas neuro-fuzzy), numa sequência lógica ao longo dos oito capítulos da disciplina.*  
*Em cada capítulo, os estudantes serão confrontados com trabalhos práticos e mini-projectos com (sempre que possível) dados reais. Os alunos serão incentivados a entrar em contacto com os mais recentes avanços, por forma a estimulá-los para a pesquisa nesta área ainda em desenvolvimento. Estes mini-projetos visam desenvolver a capacidade de implementar as diversas etapas do processo (desde a aquisição de dados brutos até à tomada de decisão).*
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The syllabus include for mandatory study the main techniques for machine learning with highest relevance (decision trees, artificial neural networks, fuzzy and neuro-fuzzy systems), in a logical sequence along the eight chapters of the course.*  
*In each chapter students will be faced with practical works and mini-projects with real (as far as possible) data. Students will be incentivated to contact with the latest developments in order to stimulate them for research in this still under development area. These mini-projects aim to develop the competencies to implement the machine learning process, from raw data acquisition to decision making.*
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Aulas teóricas de exposição e discussão, 2h semanais, com apoio audiovisual e computacional. Demonstrações computacionais do funcionamento das técnicas de aprendizagem estudadas.*  
*Aulas práticas, 2h semanais, para o desenvolvimento de mini-projetos sobre os diversos temas da matéria. Os miniprojetos ocupam em média 2,5 aulas práticas e são desenvolvidos em grupos de 2 ou 3 alunos. Alguns dos mini-projetos têm componente de investigação, desafiando-se os alunos a procurarem na literatura recente ideias para a sua realização. Trabalha-se no ambiente Matlab+Simulink+Toolboxes e/ou Weka.*
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*Theoretical classes, 2h weekly, with audiovisual and computational means. Computational demonstrations studied techniques for machine learning.*  
*Practical classes, for the development of mini-projects covering the several themes of the syllabus. Each mini-project occupies in average 2,5 classes and is developed in groups of 2 or 3 students. Some of the mini-projects have a research component, the students are challenged to search on the recent literature ideas for their implementation. The Matlab+Simulink + Toolboxes, and/or Weka are used for computer implementations.*
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os métodos de ensino visam desenvolver competências diversas: teóricas, de resolução crítica de problemas, comportamentais, de comunicação/escrita técnico-científica.*  
*As aulas teóricas, o estudo autónomo e as discussões nas aulas práticas para a realização dos mini-projetos desenvolvem a compreensão teórica dos problemas e das metodologias disponíveis para a sua resolução, cultivando o espírito crítico.*  
*Os mini-projetos são parcialmente desenvolvidos como trabalho de casa. As aulas são usadas para discussões com o professor e entre grupos. Os alunos desenvolvem as suas capacidades de pensamento autónomo, trabalho colaborativo e de dinâmica de grupos. O acento é posto na análise de dados, formulação dos problemas a análise crítica das soluções.*  
*Nos mini-projetos valoriza-se o processo de desenvol. e os resultados, desenvolvendo assim as capacidades de realização prática do engenheiro.*  
*A estrutura dos relatórios dos mini-projetos desenvolve as capacidades de comunicação técnico-científica.*
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*Teaching methods aim to develop several competencies: theoretical, problem critical resolution, social and behavioral, oral and written communication.*  
*The theoretical lectures, the autonomous study and the discussions in practical classes for the development of the mini-projects, develop the theoretical understanding of problems and of the available methodologies for their resolution, cultivating the critical mind.*  
*Mini-projects are developed also as homework. Classes are used mainly for discussion. Students develop their autonomous thinking, collaborative work and group dynamics. Accent is put on data analysis, problem formulation and critical analysis of solutions to stimulate students to develop their competencies for analysis-synthesis and to face the difficulties to deal with large data sets*  
*In the mini-projects the development process and the quality of the results are appreciated.*

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

*Foundations of Machine Learning*, Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh and Ameet Talwalkar MIT Press, 2012  
*Machine Learning*, Tom Mitchell, McGraw-Hill, 1999  
*Machine Learning, An Algorithm Perspective*, Marsland, Stephen, CRC Press 2008  
*Pattern Recognition and Machine Learning*, C.M. Bishop, Springer 2006  
*Neural Network Design*, Hagan, Demuth and Beale, 2nd ed, 2014, ebook <http://hagan.ecen.ceat.okstate.edu/nnd.html>  
*Deep Learning Toolbox Users's Guide*, The Mathworks, 2019.  
*Fundamentals of Artificial Neural Networks*, Hassoun. M. H., MIT Press, 1994.  
*Neural and Adaptive Systems*, J.C. Príncipe, N.R. Euliano, W. C. Lefevre, Wiley, 2000  
*Fuzzy Logic With Engineering Applications*, 3rd Ed., Timothy Ross, Wiley, 2010.  
*Fuzzy Logic Toolbox Users's Guide*, The Mathworks, 2019.  
*Introduction to Neuro-Fuzzy Systems*, Robert Fullér, Springer Verlag 2000.  
*Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Simon Haykin, Prentice Hall, 1999  
*Fuzzy Modelling and Control*, Andrzej Piegat, Springer Verlag, 2001.

**Mapa IV - Biocompatibilidade****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Biocompatibilidade*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Biocompatibility*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; TP: 42*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ana Paula da Fonseca Piedade (T: 28; TP: 42)*

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

*<sem resposta>*

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

*O conteúdo desta unidade curricular proporciona uma descrição introdutória e uma avaliação crítica aos aspetos mais relevantes relacionados com a Biocompatibilidade entre os tecidos biológicos e os materiais invasores. A abordagem utilizada é a de uma perspectiva multidisciplinar. O objetivo é permitir que os alunos adquiram os conhecimentos teóricos (básicos e específicos) que lhes permitam compreender todas as abordagens e os aspectos multidisciplinares envolvidos nos processos de reação dos sistemas biológicos aos biomateriais. O objectivo estende-se ao desenvolvimento de competências práticas através da execução de trabalhos laboratoriais.*

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

*The content of this course provides an introductory overview and critical evaluation to the most relevant aspects related to the Biocompatibility between biological tissues and invasive materials. The approach used is a multidisciplinary perspective. The goal is to enable students to acquire the theoretical knowledge (basic and specific) that assist them to understand all the multidisciplinary aspects, especially those related with materials engineering/biomedical engineering, involved in the reaction of biological systems to biomaterials. The purpose extends to the development of practical skills through experimental classes.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*-Introdução ao funcionamento da disciplina*

*-Biocompatibilidade: introdução e definições; evolução histórica do conceito de biocompatibilidade*

*-A hierarquia estrutural em Ciência de Materiais e em Biologia: evolução da resposta biológica;*

*-A biocompatibilidade como função do binómio material/aplicação biológica*

*-Principais propriedades/características dos diferentes tipos de material a considerar em biocompatibilidade*

*-Principais técnicas de caracterização utilizadas no estudo da interface material biológico/material invasor*

*-Efeitos biológicos adversos: citotoxicidade; sensibilidade; irritação; reatividade intracutânea; toxicidade sistémica e sub crónica; genotoxicidade; hemocompatibilidade; exemplos.*

*- Processos biológicos de resposta ao material invasor*

*-O actual paradigma do nano e o seu efeito na biocompatibilidade de materiais*

*-Testes de biocompatibilidade: matrizes de testes da FDA (Food & Drug Administration); normas ISO.*

**4.4.5. Syllabus:**

*- Introduction to the course*

*- Biocompatibility: introduction and definitions; historical evolution of the concept of biocompatibility*

*- The structural hierarchy in Materials Science and Biology: evolution of the biological response*

*- The biocompatibility as a function of the binome materials/biological application: specification of the biological target.*

*- Main properties / characteristics of different types of material to consider in biocompatibility*

*- Main characterization techniques used in the study of the interface between biological material / biomaterial*

*- Adverse biological effects: cytotoxicity, sensitivity, irritation, intracutaneous reactivity, systemic and sub chronic toxicity, genotoxicity, hemocompatibility; examples.*

*- The current paradigm of nano and its effect on the biocompatibility of materials*

*- Biocompatibility tests: tests matrix of the FDA (Food & Drug Administration) and ISO standards.*

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

*O objectivo principal da unidade curricular é fornecer competências interdisciplinares sobre a interacção dos materiais de engenharia e os sistemas biológicos, cujo conhecimento é fundamental para o entendimento da resposta dos materiais e da resposta do organismo quando aplicados nas áreas de biomedicina e biomecânica. Por este motivo são leccionados tópicos relacionados com as propriedades e a caracterização dos diferentes tipos de materiais, com as vias de resposta biológica à implantação de um biomaterial, com as alterações químicas e estruturais provocadas nos materiais pela inserção no meio biológico, bem como das normas utilizadas para aferir da biocompatibilidade dos materiais. Deste modo, os conteúdos programáticos permitem aos estudantes adquirirem as bases necessárias para poderem abarcar a visão interdisciplinar necessária ao entendimento da relação material/sistema biológico/aplicação.*

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

*The main objective of the course is to provide interdisciplinary skills on the interaction of engineering materials and biological systems, which is essential for understanding the response of materials when applied in the fields of biomedicine and biomechanics. For this reason the syllabus topics are related to the properties and characterization of different types of materials, with routes of biological response to implantation of a biomaterial, with the chemical and structural changes in materials caused by the insertion in biological systems as well as the standards used to assess the biocompatibility of materials. Thus, the syllabus allow students to acquire the basics necessary to be able to incorporate the interdisciplinary approach necessary to understand the relationship material/biological system/application.*

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

*Os métodos de ensino adoptados visam essencialmente o relacionar de conhecimento, na sua vertente interdisciplinar entre materiais e sistemas biológicos, fundamental para a área da biocompatibilidade. Assim, as aulas abordarão temas de índole fundamental onde serão ministrados os conceitos fundamentais à visão interdisciplinar.*

*As aulas práticas serão realizadas através de trabalho de grupo em que serão efectuadas a preparação/modificação de materiais e a caracterização da superfície de interface material/sistema biológico usualmente utilizados em biomedicina.*

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

*The teaching methods aim at developing knowledge in the interdisciplinary aspects of materials engineering and*

*biological systems, fundamental to the field of biocompatibility. Thus, the classes will address topics of fundamental indole with the objective of teaching the fundamental concepts that allow the development of an interdisciplinary approach. The practical classes will consist in group work that include the preparation and characterization of materials commonly used in biomedicine. In all classes will be encouraged proactive participation by students.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A metodologia de ensino baseia-se essencialmente em aulas presenciais do tipo teórica e prática nas quais se tenta sempre interrelacionar os assuntos leccionados. Em geral, os métodos de ensino utilizados não deixam de respeitar uma linha comum a outras disciplinas da FCTUC. No entanto, os alunos são encorajados a ter uma postura pró-ativa, sendo incentivados a procurar literatura sobre o conteúdo programático da disciplina e a colocar questões sobre novos materiais utilizados em biomedicina e biomecânica, com o intuito de captar a sua atenção para esta área do conhecimento e aumentar a sua motivação. Por outro lado, pretende-se um estudo contínuo ao longo do semestre, pela produção de relatórios relativos às aulas práticas, com conceitos interligados à aprendizagem teórica, o que lhes permite ter, atempada e continuamente, a perspetiva das dificuldades sentidas.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The teaching methodology is mainly based on theoretical and practical presential classes, in which the correlation between subjects taught and materials engineering is targeted. In general, the teaching methods used follow a common line of other disciplines of FCTUC. However, students are encouraged to take a proactive attitude and are encouraged to look for literature on the syllabus of the course as a complementary path to capture their attention to this area of knowledge and to increase their motivation on the course. On the other hand, a continuous study throughout the semester is also a target, with the production of reports of the laboratorial classes, which allows the students to sense in real time their understanding of the syllabus.*

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

*J. Park, R.S. Lakes, Biomaterials. An Introduction, 3rd Ed., Springer Science, NY, USA, 2007.*

*B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, (Eds.), Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 2nd Ed., Academic Press, Elsevier, The Netherlands, 2004.*

*J.B. Park, J.D. Bronzino, (Eds.), Biomaterials. Principles and applications, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2003.*

*M. Jenkins (Ed.), Biomedical Polymers, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2007.*

*- B.D.Ratner, A.S.Hoffman, F.J.Shoen, J.E.Lemons (eds.) Biomaterials Science: An Introduction to materials in Medicine, Academic press, Elsevier, The Netherlands, 2004.*

*- J.Black Biological Performance of Materials: Fundamentals of Biocompatibility Merceel Dekker, Inc., New York, USA, 2003.*

*Bibliografia adicional pode ser fornecida durante as aulas/Additional bibliography can be supplied during classes*

#### Mapa IV - Medicina Regenerativa

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Medicina Regenerativa*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Regenerative Medicine*

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

*CBIO*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL: 20; OT: 8*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*Lino da Silva Ferreira (T: 28; PL: 20; OT: 8)*

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

<sem resposta>

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

*Ao longo desta disciplina os alunos receberão competências sobre terapias celulares e não celulares para o tratamento de doenças, em particular de doenças cardiovasculares. Os alunos receberão também competências na utilização de células estaminais para a criação de modelos de doença. Estes modelos de doença são uma plataforma recente em Medicina para o estudo de doenças e para a identificação de novos alvos terapêuticos.*

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

*During this lective module the students will acquire skills about cellular- and non-cellular based therapies for the treatment of diseases, in particular cardiovascular diseases. The students will acquire skills in the use of stem cells for the creation of disease models. These disease models are very important in medicine for the study of diseases and to identify new therapeutic targets.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*As aulas teóricas cobrirão os seguintes tópicos. Cultura de células e tecidos (5 h): princípios de cultura de células e tecidos; meios para cultivo celular; crescimento celular e metabolismo; caracterização celular; criopreservação; contaminantes; scale-up; secretoma celular: exossomas. Células estaminais e derivados para medicina regenerativa (9 h): propriedades de células-estaminais; células estaminais multipotentes; nichos de células estaminais; células estaminais pluripotentes: células estaminais embrionárias e induzidas pluripotentes; reprogramação de células; modulação da biologia celular através do sistema CRISPR; processamento de células estaminais: isolamento celular, purificação, expansão e diferenciação controlada; microtecnologias e biomateriais para a bioengenharia de células estaminais. Células estaminais para modelação de doenças (8 h): lab-on-a-chip, análises de high-throughput, análises de alto rendimento. Terapias baseadas em células (8h). Aulas de laboratório (20h).*

**4.4.5. Syllabus:**

*Theoretical classes will cover the following topics. Cell and tissue culture (5 h): principles of cell and tissue culture; media for cell cultivation; cell growth and metabolism; cell characterization; cryopreservation; contaminants; scale-up; cell-based secretome: exosomes. Stem cells and derivatives for regenerative medicine (9 h): stem-cell properties; multipotent stem cells; stem cell niches and microenvironmental cues; pluripotent stem cells: embryonic and induced pluripotent stem cells; cell reprogramming; cell modulation by CRISPR; stem cell processing: cell isolation, purification, expansion and controlled differentiation; microtechnologies and biomaterials for stem cell bioengineering. Stem cells for disease modeling (8 h): lab-on-a-chip, high-throughput screening, high content analyses. Cell-based therapies (8 h). Laboratory classes (20 h).*

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

*Na primeira parte da disciplina serão abordados conteúdos sobre a cultura e caracterização de células. Esses conteúdos serão importantes para os alunos poderem realizar as aulas de laboratório. Na segunda parte da disciplina serão lecionados conteúdos relacionados com células estaminais para medicina regenerativa. Serão abordados conceitos gerais sobre a biologia de células estaminais e processamento de células estaminais. Na terceira parte, serão dados exemplos práticos sobre a importância das terapias celulares e na utilização de células estaminais para gerar modelos de doença. Durante as várias partes da disciplina serão convidados especialistas para falarem sobre projectos de investigação em curso.*

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

*In the first part of the course, the students will be exposed to educational contents about the culture and characterization of cells. These contents will be important for the laboratory classes. In the second part of the course, the students will be exposed to contents related to stem cells for regenerative medicine. General concepts on stem cell biology and stem cell processing will be presented. In the third part, practical examples will be given on the importance of cell therapies and the use of stem cells to generate disease models. During the various parts of the course, experts will be invited to talk about ongoing research projects.*



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

***Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo. Algumas aulas teóricas serão dadas por especialistas.***

***Aulas laboratoriais: supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes e alunos de pós-graduação. Os alunos estarão organizados em grupos.***

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

***Theoretical classes: oral presentation of the subjects using audiovisual resources. The theoretical concepts will be accompanied and illustrated with examples, practical applications and case studies. Some theoretical classes will be given by specialists. Laboratory classes: supervision of laboratory activities by teachers and postgraduate students. Students will be organized in groups.***

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

***A exposição dos conceitos permitirá a aquisição dos conhecimentos básicos nesta área. A discussão dos casos práticos e dos problemas complexos fomentará as competências de auto-aprendizagem e discussão de problemas, facilitando também a compreensão dos assuntos abordados.***

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

***The teaching of the main concepts will give the students the basic knowledge in this field. The discussion of the case studies and of the complex problems will develop the self-learning and problem discussion skills, enhancing the understanding of the topics covered.***

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

***Palsson, B.Ø. and Bhatia, S.N., Tissue Engineering, Pearson Prentice Hall Bioengineering, 2004***

***Vunjak-Novakovic, G. and Freshney, R., Culture of Cells for Tissue Engineering, Wiley, 2006***

***Atala, A., Lanza, R., et al, Principles of Regenerative Medicine, Academic Press, 2007***

***Schaffer, D., Bronzino J.D., Peterson, D.R., Stem Cell Engineering, Principles and Practices, CRC Press, 2013***

**Mapa IV - Computação Gráfica e Realidade Aumentada****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Computação Gráfica e Realidade Aumentada***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Computer Graphics and Augmented Reality***

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

***ENGBIOM***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***162***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***T: 28; OT: 28***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Paulo Jorge Carvalho Menezes (T: 28; OT: 28)*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta UC tem por objectivo a introdução aos princípios básicos de computação gráfica que permitam ao estudante desenvolver aplicações e compreender os princípios associados a ferramentas de modelação tridimensional. Estendendo conceitos que poderão ser adquiridos em outras UCs, nomeadamente no que diz respeito a utilização de sensores ou às técnicas de visão por computador, os estudantes irão adquirir competências sobre sistemas de realidade virtual e realidade aumentada. Estas competências visam não só o desenvolvimento dos software de gráficos de computador, mas também conteúdos ou tecnologias de suporte.*

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

*This course has the objective of introducing the students to the basic principles of computer graphics, that enables them to develop applications and understand the concepts used in tridimensional modeling tools. By extending concepts that have connections with other courses, namely in terms of the use of sensors or computer vision techniques. This competencies aim, not only at the development of computer graphics software, but also on contents and supporting technologies.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução: dos modelos matemáticos ao ecrã do computador.*

*Curvas e superfícies*

*Vistas, perspectivas e projeções.*

*Transformações homogéneas.*

*Modelos complexos: Curvas/superfícies paramétricas e malhas poligonais.*

*Gráficos em computadores pessoais e dispositivos móveis*

*Evolução histórica e padrões da indústria*

*Programação com OpenGL 4.x e OpenGL/ES*

*Transformações, projeções, recorte e rasterização*

*Texturas, materiais*

*Programando “shaders” com GLSL*

*Animação, captura de movimento e “keyframes”.*

*Captura de movimento e animação.*

*Animação por interpolação.*

*Malhas poligonais com influência de esqueletos*

*Realidade Virtual e Aumentada*

*O ponto de vista do observador.*

*Capacetes de visualização e caves.*

*Uso de sensores para estimação do ponto de vista.*

*Realidade aumentada.*

*Coerência entre objetos virtuais e o mundo real.*

*Dos objetos instrumentados ao uso de marcadores.*

*Técnicas de estimação usadas.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction: From mathematical models to the computer screen.*

*Curves and surfaces*

*Views, perspectives and projections*

*Homogeneous transformations*

*Complex models: Parametric curves/surfaces and meshes*

*Computer graphics in personal computers and mobile devices*

*History and industry standards*

*Programming with OpenGL 4.x and OpenGL/ES*

*Transformations projectos, clipping and rasterization*  
*Textures and materials*  
*Shader programming with GLSL*

*Animation, motion capture and “keyframes”*  
*Motion capture and animation*  
*Animation by keyframe interpolation*  
*Mesh models and skeletal animation*

*Virtual and Augmented Reality*  
*The observer viewpoint*  
*Head mounted displays and caves.*  
*Sensors-based viewpoint estimation*  
*Augmented reality*  
*Coherency between virtual objects and the real world.*  
*From instrumented objects to the use of markers.*  
*Commonly used estimation techniques.*

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

*Os conteúdos programáticos cobrem os principais aspectos dos sistemas de computação gráfica actuais. Sobre estas assenta a compreensão dos princípios de base das aplicações gráficas desenvolvidas sobre os principais padrões da indústria para computadores pessoais e o principal para dispositivos móveis, o OpenGL e OpenGL/ES. Há uma forte ligação de alguns princípios com os estudados noutras UCs, nomeadamente com Visão por Computador, no que diz respeito aos modelos de câmaras, homografias e estimação de pose de câmaras. No entanto é perfeitamente possível a um estudante que não tenha frequentado a outra UC compreender estes conceitos do ponto de vista estritamente necessário para o desenvolvimento de aplicações gráficas ou de realidade aumentada. A manipulação do ponto de vista e a sua associação à posição do observador no espaço são os ingredientes necessários para a criação de sistemas de realidade virtual e aumentada.*

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

*The syllabus covers the main principles of current computer graphics systems. Based on these, the students will be able to understand the underlying concepts that support graphical applications developed on one of the main standards for personal computers and mobile devices: OpenGL and OpenGL/ES. There is a strong connection with some subjects studied in other courses, namely Computer Vision, in what concerns camera models, homographies, and camera pose estimation. Nevertheless it will be possible for a student that did not follow that course, to understand them to the level that is strictly necessary for being able to develop graphical or augmented reality applications. The manipulation of the viewpoint and its connection with the observer position in space are the key ingredients for virtual and augmented reality systems.*

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

*Aulas teóricas do tipo magistral para apresentação teórica dos tópicos do programa com recurso a meios audiovisuais. Aulas laboratoriais onde os estudantes são guiados em aspetos específicos do desenvolvimento e análise dos resultados, permitindo-lhes explorar os conceitos através de exercícios práticos formativos e de avaliação.*

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

*Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases. Laboratory classes where the students are guided on specific aspects of development and consequent analysis of results, enabling them to explore the concepts via hands-on formative and assessment assignments.*

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

*As metodologias de ensino adotadas procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e a realização em grupo de vários trabalhos práticos sobre os vários temas da matéria abordada, são criadas as condições ideais para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, de organização e planificação, de trabalho em equipa, para comunicar, e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese. A referência, sempre que possível, a exemplos fora do domínio dos sistemas genéricos da computação gráfica, nomeadamente sistemas sensoriais, visão por computador e outros sistemas de engenharia, permite aos alunos perceber o âmbito mais alargado das competências desenvolvidas.*

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

*The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.*

*With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.*

*The establishment of connections with examples outside the general domain of computer graphics, namely sensor systems, computer vision, and other engineering systems whenever possible, will enable the students to acquire a broader sense of the developed competencies.*

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

- Alan Watt, *3D Computer Graphics, Third Edition, Addison-Wesley, 2000.*

- Steve LaValle, *Virtual Reality, online on <http://vr.cs.uiuc.edu/>*

- Alexander Overvoorde, *Modern OpenGL Guide, online on <https://open.gl>*

**Mapa IV - Complementos de Investigação Operacional****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Complementos de Investigação Operacional*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Complements of Operational Research*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP: 56*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Carlos Henggeler Antunes (TP: 56)*

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

*<sem resposta>*

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

*Dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais num contexto de optimização em problemas de engenharia, alargando a gama de problemas reais abordada em Fundamentos de Investigação Operacional, em particular considerando variáveis inteiras e múltiplas funções objectivo em problemas de optimização. Adicionalmente, são introduzidas as abordagens meta-heurísticas para abordar problemas de optimização complexos de natureza*

combinatória.

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

*Providing the students with methodological and application competences in the context of optimization in engineering problems, enlarging the range of problems addressed in Fundamentals of Operational Research, in particular by considering integer variables and multiple objective functions in optimization problems. In addition, meta-heuristic approaches are introduced to deal with complex optimization problems of combinatorial nature*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Programação inteira (PI). Aplicações da PI. Modelos de PI. Uso de variáveis binárias em modelos de programação matemática. Métodos para resolver problemas de PI. O algoritmo "branch-and-bound". PI binária. O algoritmo de Balas. O problema da mochila 0-1. Reformulação de problemas. Estabilidade da solução ótima de problemas de PI.  
2. Programação linear com múltiplos objectivos. Revisão do modelo de programação por metas ("goal programming"). Conceitos de solução (estricta e fracamente) não dominada. Processos de escalarização. Métodos interativos. O método STEM. Programação multiobjetivo com variáveis inteiras.  
3. Meta-heurísticas em problemas de otimização. Pesquisa por tabu. Recozimento simulado. Algoritmos genéticos. Etapas principais de um algoritmo genético. Operadores genéticos. Otimização de enxame de partículas. Evolução diferencial.*

**4.4.5. Syllabus:**

*1. Integer programming (I). Applications of IP. IP models. Use of binary variables in mathematical programming models. Methods to solve IP problems. The "branch-and-bound" algorithm. IP with binary variables. The Balas' algorithm. The 0-1 knapsack problem. Problem reformulation. Stability of the optimal solution in IP models.  
2. Multi-objective linear programming. Revisiting the goal programming model. Concepts of non-dominated solutions. Scalarization processes. Interactive methods. The STEM method. Multiobjective programming with integer variables.  
3. Meta-heuristics in optimization problems. Tabu search. Simulated annealing. Genetic algorithms. Main steps of a genetic algorithm. Genetic operators. Particle swarm optimization. Differential evolution.*

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

*A unidade curricular tem como objectivo essencial dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais num contexto de otimização em problemas de engenharia, permitindo a identificação de tipos de problemas, a construção de modelos matemáticos adequados, a aprendizagem de algoritmos que produzam soluções óptimas para esses modelos. Neste contexto, os conteúdos programáticos incluem modelos e métodos nas áreas de otimização inteira, otimização multiobjetivo, e meta-heurísticas para tratar problemas combinatoriais complexos, englobando assim uma vasta gama de problemas de otimização relevantes num contexto de engenharia e alargando os tópicos leccionados em Fundamentos de Investigação Operacional. Assim, os estudantes são expostos aos principais problemas, modelos e algoritmos nestes domínios, ficando habilitados a desenvolver abordagens cientificamente validadas para gerar soluções implementáveis na prática*

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

*The curricular unit is aimed at providing the students with methodological and application competences in the area of optimization in the context of engineering problems, enabling the identification of problem types, the development of adequate mathematical models, the learning of algorithms that generate the optimal solutions to those models. In this context, the syllabus includes models and methods in the areas of integer optimization, multiobjective optimization, and meta-heuristics to deal with complex combinatorial problems, thus encompassing a vast range of relevant optimization problems in an engineering context and enlarging the topics lectured in Fundamentals of Operational Research. Therefore, students are exposed to the main problems, models and algorithms in those domains, being able to develop scientifically sound approaches to generate solutions implementable in practice.*

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

*Aulas expositivas de natureza tutorial em que os conceitos teóricos e metodológicos surgem motivados por problemas reais, sempre ilustradas com exemplos de aplicação.  
Recurso a packages (comerciais ou de domínio público) para a obtenção das soluções óptimas para os modelos matemáticos, libertando o estudante para as tarefas mais criativas de formulação dos problemas, construção dos modelos e análise crítica dos resultados.  
Serão propostos problemas para resolução, bem como trabalhos práticos envolvendo sobretudo o desenvolvimento de modelos matemáticos para um problema real e a obtenção*

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

*Theoretical and methodological concepts are presented in tutorial lectures, being motivated by real-world problems and illustrated with application examples.  
Software (commercial and public domain) packages are used to obtain solutions to the mathematical models, thus*

*freeing the students for the more creative tasks of problem formulation, model building and critical analysis of results. Assignments will be offered, involving the development of mathematical models for a real-world problem and the generation of the optimal solutions.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*As aulas serão todas de natureza teórico-prática, nas quais os alunos serão expostos aos principais modelos e métodos, sendo os problemas suscitados por aplicações reais. Será dada particular atenção à aplicação dos conceitos teóricos e metodológicos para resolver problemas, i.e. gerar soluções cuja análise crítica revele serem de facto as mais adequadas. Os exemplos ilustrativos serão escolhidos para mostrar a importância de dispor de abordagens cientificamente baseadas para apoio à tomada de decisões em problemas de optimização, semelhantes aos que um engenheiro poderá encontrar na sua prática profissional*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*All lectures will have a theoretical-practical nature, in which the students will be exposed to the main models and methods, the problems arising from a real-world setting. Particular attention will be paid to the application of theoretical and methodological concepts to solve problems, i.e. generating solutions the analysis of which reveal to be indeed the most adequate. Illustrative examples will be selected to display the importance of having scientifically based approaches for decision support in optimization problems, which are similar to the ones that an engineer may encounter in his/her professional practice.*

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

- Hillier, F.S., G.J. Lieberman. "Introduction to Operations Research", McGraw-Hill, 2010.

- Bronson, R., G. Naadimuthu. "Investigação Operacional", Coleção Schaum, McGraw-Hill Portugal, 2001.

- Clímaco, J., C.H. Antunes, M.J. Alves. "Programação Linear Multiobjectivo", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

- Michalewicz, Z., D.B. Fogel. "How to Solve It: Modern Heuristics", Springer, 2002.

- Gaspar-Cunha, A., R. Takahashi, C.H. Antunes (Coord.), "Manual de Computação Evolutiva e Meta-heurística", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012.

- Chang, Y.L. "WinQSB, Decision Support Software for M/OM (v. 2.0)", Wiley, 2003.

- Oliveira, R., J. S. Ferreira (Coord.), "Investigação operacional em ação: casos de aplicação", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.

- Antunes, C.H., M.J. Alves, J. Clímaco. "Multiobjective Linear and Integer Programming", EURO Advanced Tutorials on Operational Research, Springer, 2016.

#### Mapa IV - Fundamentos de Investigação Operacional

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Investigação Operacional*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Fundamentals of Operational Research*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP: 56*

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Carlos Henggeler Antunes (TP: 56)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

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

*Dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais num contexto de otimização em problemas de engenharia, permitindo a identificação de tipos de problemas, a construção modelos matemáticos adequados, a aprendizagem de algoritmos que produzam soluções óptimas para esses modelos. Será dada particular atenção à utilização de packages computacionais para a obtenção de soluções, bem como à análise de sensibilidade das soluções óptimas face à variação dos dados e parâmetros do modelo.*

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

*Providing the students with methodological and application competences in the context of optimization in engineering problems, in order to enable them to identify types of problems, develop adequate mathematical models that include the essential characteristics of those problems, and apply algorithms to generate the optimal solutions for the models. Special attention is paid to the use of software packages to obtain the optimal solutions, as well as sensitivity analysis of optimal solutions in face of changes in the model data and parameters.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*0. Origem e natureza da Investigação Operacional (IO). Componentes de um estudo de IO. Modelação matemática.  
1. Programação linear (PL). Formulação de problemas e construção de modelos matemáticos de PL. Resolução gráfica de modelos de PL. O método simplex. Teoria da dualidade. Análise de sensibilidade. O modelo de programação por metas (goal programming).  
2. Problemas especiais de PL. O problema de transportes. Algoritmo para resolver o problema de transportes. O problema de afectação. Algoritmo Húngaro para resolver o problema de afectação. O problema de transexpedição. Transformação no problema de transexpedição num problema de transportes.  
3. Problemas de otimização em redes. Problemas de caminho mais curto. Algoritmo de Dijkstra. Algoritmo de Floyd. Árvore abrangente mínima. Algoritmo de Prim. Caminho mais curto com custos fixos associados à passagem em nodos. Fluxo máximo. Teorema do fluxo máximo - corte mínimo. Algoritmo de Ford-Fulkerson. Fluxo de custo mínimo. Algoritmo bas*

**4.4.5. Syllabus:**

*0. Origin and nature of Operational Research (OR). Components of an OR study. Mathematical modeling.  
1. Linear Programming (LP). Problem formulation and development of LP mathematical models. Graphical resolution of LP models. The simplex method. Duality theory. Sensitivity analysis. The goal programming model.  
2. Special LP problems. The transportation problem. Algorithm to solve the transportation problem. The assignment problem. The Hungarian algorithm to solve the assignment problem. The transshipment problem. Transformation of the transshipment problem into a transportation problem.  
3. Network optimization problems. The shortest path problem. The Dijkstra algorithm. The Floyd algorithm. Minimum spanning tree. The Prim algorithm. Shortest path with fixed costs in nodes. Maximum flow problem. Max flow-min cut theorem. The Ford-Fulkerson algorithm. The minimum cost flow problem. Algorithm based on modified costs.  
4. Non-linear programming. Examples of application of non-linear mathem*

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

*A unidade curricular tem como objectivo essencial dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais num contexto de otimização em problemas de engenharia, permitindo a identificação de tipos de problemas, a construção modelos matemáticos adequados, a aprendizagem de algoritmos que produzam soluções óptimas para esses modelos. Neste contexto, os conteúdos programáticos incluem modelos e métodos nas áreas de otimização linear, otimização em redes, e otimização não linear, englobando assim uma vasta gama de problemas de*

**otimização relevantes num contexto de engenharia. Assim, os estudantes são expostos aos principais problemas, modelos e algoritmos nestes domínios, ficando habilitados a desenvolver abordagens cientificamente validadas para gerar soluções implementáveis na prática.**

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

**The curricular unit is aimed at providing the students with methodological and application competences in the area of optimization in the context of engineering problems, enabling the identification of problem types, the development of adequate mathematical models, the learning of algorithms that generate the optimal solutions to those models. In this context, the syllabus includes models and methods in the areas of linear optimization, network optimization, and nonlinear optimization, thus encompassing a vast range of relevant optimization problems in an engineering context. Therefore, students are exposed to the main problems, models and algorithms in those domains, being able to develop scientifically sound approaches to generate solutions implementable in practice.**

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

**Aulas expositivas de natureza tutorial em que os conceitos teóricos e metodológicos surgem motivados por problemas reais, sempre ilustradas com exemplos de aplicação.**

**Recurso a packages (comerciais ou de domínio público) para a obtenção das soluções ótimas para os modelos matemáticos, libertando o estudante para as tarefas mais criativas de formulação dos problemas, construção dos modelos e análise crítica dos resultados**

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

**Theoretical and methodological concepts are presented in tutorial lectures, being motivated by real-world problems and illustrated with application examples.**

**Software (commercial and public domain) packages are used to obtain solutions to the mathematical models, thus freeing the students for the more creative tasks of problem formulation, model building and critical analysis of results**

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

**As aulas serão todas de natureza teórico-prática, nas quais os alunos serão expostos aos principais modelos e métodos, sendo os problemas suscitados por aplicações reais. Será dada particular atenção à aplicação dos conceitos teóricos e metodológicos para resolver problemas, i.e. gerar soluções cuja análise crítica revele serem de facto as mais adequadas. Os exemplos ilustrativos serão escolhidos para mostrar a importância de dispor de abordagens cientificamente baseadas para apoio à tomada de decisões em problemas de otimização, semelhantes aos que um engenheiro poderá encontrar na sua prática profissional.**

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

**All lectures will have a theoretical-practical nature, in which the students will be exposed to the main models and methods, the problems arising from a real-world setting. Particular attention will be paid to the application of theoretical and methodological concepts to solve problems, i.e. generating solutions the analysis of which reveal to be indeed the most adequate. Illustrative examples will be selected to display the importance of having scientifically based approaches for decision support in optimization problems, which are similar to the ones that an engineer may encounter in his/her professional practice.**

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

- Hillier, F. S., G. J. Lieberman. "Introduction to Operations Research", McGraw-Hill, 2010 (9th ed.).
- Tavares, L. V., R. C. Oliveira, I. H. Themido, F. N. Correia. "Investigação Operacional", McGraw-Hill Portugal, 1996.
- Bronson, R., G. Naadimuthu. "Investigação Operacional", Coleção Schaum (2ª. Ed.), McGraw-Hill Portugal, 2001.
- Clímaco, J., C. H. Antunes, M. J. Alves. "Programação Linear Multiobjectivo", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.
- Chang, Y.L. "WinQSB, Decision Support Software for M/OM (ver 2.0)", Wiley, 2003.
- Antunes, C. H., L. V. Tavares (Coord.). "Casos de Aplicação da Investigação Operacional", McGraw-Hill, 2000.
- Oliveira, R., J. S. Ferreira (Coord.), "Investigação operacional em ação: casos de aplicação", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.

**Mapa IV - Inteligência Artificial**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Inteligência Artificial**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Artificial Intelligence**



**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****ENGBIOM****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 28; PL: 28; O: 2****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Luís Miguel Macedo (T: 28; PL: 28; O: 2)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

**Fornecer aos estudantes conceitos, princípios e teorias avançadas necessárias para o desenvolvimento de aplicações reais envolvendo agentes ou sistemas com capacidades de raciocínio, comportamento e interação com os seus ambientes de forma inteligente.**

**Aquisição de competências em análise e síntese, organização e planificação, comunicação escrita, resolução de problemas, decisão, trabalho em grupo, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, aplicação prática dos conhecimentos, e investigação.**

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

**To provide the students with advanced concepts, principles and theories required for building real world applications with agents or systems that can reason, behave or interact with their environment in an intelligent way by learning and reasoning about the real world.**

**Acquiring competencies in synthesis and analysis, organization and planning, written communication, problem solving, decision-making, team work, critical reasoning, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge, and research.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente****1.1 Agentes e ambientes****1.2 Taxonomia de agentes****1.3 Arquitetura BDI****1.4 Logica para representação de conhecimento e raciocínio****1.5 Engenharia de software orientada a agentes****1.6 Comunicação****1.7 Estabelecimento de acordos: negociação e argumentação****1.8 Trabalho conjunto: cooperação e coordenação****2. Conhecimento e Raciocínio com Incerteza****2.1 Quantificação de incerteza****2.2 Raciocínio probabilístico****2.3 Raciocínio probabilístico com tempo****2.4 Decisão e ação: decisões simples e sequenciais**

### **3. Aprendizagem Simbólica**

#### **3.1 Aprendizagem de espaço de versões baseada em exemplos**

#### **3.2 Aprendizagem baseada em explicações**

#### **3.3 Programação em Lógica Indutiva**

#### **3.4 Aprendizagem baseada em Instâncias**

#### **3.5 Aprendizagem Bayesiana; aprendizagem de Redes Bayesianas**

### **4 Aprendizagem por Reforço**

#### **4.1 Aprendizagem por Reforço Passiva e Ativa**

#### **4.2 Exploração vs. Uso**

#### **4.3 Generalização**

#### **4.4 Procura de Políticas**

### **5. Aplicações**

### **6. Aspetos Filosóficos e Éticos**

#### **4.4.5. Syllabus:**

##### **1. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**

###### **1.1 Agents and environments**

###### **1.2 Taxonomy of agents**

###### **1.3 BDI Architecture**

###### **1.4 Logic for Knowledge Representation and Reasoning**

###### **1.5 Agent-oriented software engineering**

###### **1.6 Agent communication**

###### **1.7 Establishing agreements: negotiation and argumentation**

###### **1.8 Working together: cooperation and coordination**

##### **2. Knowledge and Reasoning with Uncertainty**

###### **2.1 Quantification of uncertainty**

###### **2.2 Probabilistic reasoning**

###### **2.3 Probabilistic reasoning over time**

###### **2.4 Decision-making and action: single and sequential decisions**

##### **3. Symbolic Learning**

###### **3.1 Example-based version space learning**

###### **3.2 Explanation-based learning**

###### **3.3 Inductive Logic Programming**

###### **3.4 Instance-based Learning**

###### **3.5 Bayesian learning; learning Bayesian Networks**

##### **4 Reinforcement Learning**

###### **4.1 Passive and Active Reinforcement Learning**

###### **4.2 Exploration vs. Exploitation**

###### **4.3 Generalization**

###### **4.4 Policy search**

### **5. Applications**

### **6. Philosophical and Ethical Issues**

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

***Os conteúdos programáticos cobrem aspetos fundamentais da área que não estão cobertos por uma unidade introdutória lecionada no 1º ciclo, abrindo ao mesmo tempo o campo de conhecimento para tópicos atuais de impacto significativo tanto em áreas aplicacionais como de investigação.***

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

***The syllabus covers fundamental aspects of the area that are not covered by the an introductory curricular unit taught in the 1st cycle, while opening the field of knowledge to current topics of significant impact both in applicational and in research areas.***

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

*Adota-se uma Aprendizagem Baseada em Projeto, direcionada para a aquisição de competências pela realização de um trabalho laboratorial (projeto) com uma elevada componente de investigação, que exija a conjugação de conceitos teóricos e promova o raciocínio crítico face a problemas complexos. O trabalho compreende a escrita de um artigo científico, descrevendo o trabalho realizado, bem como a sua apresentação e defesa.*

*As aulas teóricas envolvem exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais da Inteligência Artificial.*

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

*A Project Based Learning approach is adopted, directed towards competence acquisition through the development of a laboratory work (project) with a high research component, demanding the combination of theoretical concepts and promotes critical reasoning over complex problems. The work comprises the writing of a scientific article, describing the work done, as well as its presentation and defense.*

*Theoretical classes comprise detailed presentation of Artificial Intelligence concepts, principles and fundamental theories.*

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

*A Aprendizagem Baseada em Projeto favorece a aquisição de competências em contexto e envolve os alunos no processo de aprendizagem, reforçando a motivação, sendo adequada às competências-alvo da unidade curricular. A escrita de um artigo, a apresentação e defesa do Projeto, assim como a Prova Escrita, desempenham também papel relevante na elaboração e no aprofundamento dos conceitos abordados, facilitando a sua apropriação.*

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

*Project Based Learning promotes the acquisition of skills in context and engages students in the learning process, enhancing motivation, and is thus appropriate to the target competences of the course. The writing of an article, the presentation and defense of the project, as well as the written test, also play an important role in the development and deepening of the concepts covered and in facilitating their appropriation.*

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

- Russell, S. and Norvig, P. *Artificial Intelligence: a Modern Approach*, 3rd. Edition, Prentice Hall, 2010.

- Wooldridge, M.. *An introduction to MultiAgent Systems*, 2nd. Edition, John Wiley, 2009.

- Shoham, Y. and Leyton-Brown, K. *Multiagent Systems – Algorithmic game-theoretic and logical foundations*. Cambridge University Press, 2009.

- Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A., and Friedrich, G. *Recommender Systems: An Introduction*. Cambridge University Press, 2010.

- Settles, B. *Active Learning*. Morgan & Claypool Publishers, 2012.

**Mapa IV - Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Técnicas de Planeamento e Gestão Operacional*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Planning and Operational Management Techniques*

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

*GES*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP: 56*

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Carlos Henggeler Antunes (TP: 56)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

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

*Dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais na área de planeamento e gestão de operações num contexto de problemas de engenharia, que lhes permitam identificar tipos de problemas, construir modelos matemáticos que incluam as características essenciais desses problemas, aplicar algoritmos que produzam soluções para os modelos, e proceder a uma análise crítica das soluções obtidas.*

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

*Providing the students with methodological and application competences in the area of operations planning and management in the context of engineering problems, in order to enable them to identify types of problems, develop mathematical models that include the essential characteristics of those problems, apply algorithms to generate solutions for the models, and to perform a critical analysis of the solutions obtained.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução à programação linear. Construção de modelos matemáticos de programação linear. O método simplex.*
- 2. Planeamento e gestão de projectos. Construção de redes de projectos (actividades nos arcos e actividades nos nodos). Tempos mais cedo, tempos mais tarde, folgas. Os métodos PERT e CPM. Calendarização do projecto. Análise do projecto no espaço dos recursos. Heurística para nivelamento dos recursos.*
- 3. Gestão de stocks. Modelos determinísticos. Modelos estocásticos. Políticas de "nível de encomenda" e de "revisão cíclica". Modelos de optimização global e parcial.*
- 4. Previsão. Séries temporais. Regressão linear. Regressão não linear e regressão múltipla.*
- 5. Análise de decisões. Tomada de decisões sem e com experimentação. Árvores de decisão.*
- 6. Introdução às cadeias de Markov.*
- 7. Introdução à teoria das filas de espera. Caracterização das distribuições de chegada e do atendimento. Processos de nascimento e morte. Modelos M/M/1, M/M/S, M/M/1/K e M/M/S/K, M/M/1/N e M/M/S/N.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to linear programming (LP). Development of LP mathematical models. Solving LP problems.*
- 2. Project planning and management with PERT/CPM.*
- 3. Inventory theory models.*
- 4. Forecasting.*
- 5. Decision analysis.*
- 6. Markov chains.*
- 7. Queueing theory.*

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

*A unidade curricular tem como objectivo essencial dotar os alunos de competências metodológicas e aplicacionais na área de planeamento e gestão de operações num contexto de problemas de engenharia. Neste contexto, os conteúdos programáticos incluem modelos e métodos nas áreas de optimização linear, planeamento e gesto de projetos, gestão de stocks, previsão, análise de decisões, cadeias de Markov e modelos de filas de espera, englobando uma vasta gama de problemas de planeamento e gestão operacional. Assim, os estudantes são expostos aos principais problemas, modelos e algoritmos nestes domínios, ficando habilitados a desenvolver abordagens cientificamente validadas para gerar soluções implementáveis na prática.*

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

*The curricular unit is aimed at providing the students with methodological and application competences in the area of*

*operations planning and management in the context of engineering problems. In this context, the syllabus includes models and methods in the areas of linear optimization, project planning and management, inventory management, forecasting, decision analysis, Markov chains and queueing models, thus encompassing a vast range of operational planning and management problems. Therefore, students are exposed to the main problems, models and algorithms in those domains, being able to develop scientifically sound approaches to generate solutions implementable in practice.*

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

*Aulas expositivas de natureza tutorial em que os conceitos teóricos e metodológicos surgem motivados por problemas reais, sempre ilustradas com exemplos de aplicação.*

*Recurso a packages (comerciais ou de domínio público) para a obtenção das soluções para os modelos matemáticos, libertando o estudante para as tarefas mais criativas de formulação dos problemas, construção dos modelos e análise crítica dos resultados.*

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

*Theoretical and methodological concepts are presented in tutorial lectures, being motivated by real-world problems and illustrated with application examples.*

*Software (commercial and public domain) packages are used to obtain solutions to the mathematical models, thus freeing the students for the more creative tasks of problem formulation, model building and critical analysis of results.*

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

*As aulas serão todas de natureza teórico-prática, nas quais os alunos serão expostos aos principais modelos e métodos, sendo os problemas suscitados por aplicações reais. Será dada particular atenção à aplicação dos conceitos teóricos e metodológicos para resolver problemas, i.e. gerar soluções cuja análise crítica revele serem de facto as mais adequadas. Os exemplos ilustrativos serão escolhidos para mostrar a importância de dispor de abordagens cientificamente baseadas para apoio à tomada de decisões em problemas de planeamento e gestão de operações, semelhantes aos que um engenheiro poderá encontrar na sua prática profissional.*

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

*All lectures will have a theoretical-practical nature, in which the students will be exposed to the main models and methods, the problems arising from a real-world setting. Particular attention will be paid to the application of theoretical and methodological concepts to solve problems, i.e. generating solutions the analysis of which reveal to be indeed the most adequate. Illustrative examples will be selected to display the importance of having scientifically based approaches for decision support in operational planning and management problems, which are similar to the ones that an engineer may encounter in his/her professional practice.*

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

*- Hillier, F. S., G. J. Lieberman. "Introduction to Operations Research", McGraw-Hill, 2010 (9th ed.).*

*- Tavares, L. V., R. C. Oliveira, I. H. Themido, F. N. Correia. "Investigação Operacional", McGraw-Hill Portugal, 1996.*

*- Bronson, R., G. Naadimuthu. "Investigação Operacional", Colecção Schaum (2ª. Ed.), McGraw-Hill Portugal, 2001.*

### Mapa IV - Materiais para Bioengenharia

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Materiais para Bioengenharia*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Materials for Bioengineering*

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

*ENGBIOM*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 28; TP: 21; OT: 7*

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Cristina Maria Gonçalves dos Santos Louro (T: 22; TP: 21; OT: 7)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Albano Cavaleiro (T:2), Bruno Miguel Brás Cabral (T:2), Ana Paula da Fonseca Piedade(T:2)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*O conhecimento dos diferentes materiais utilizados em engenharia é uma das principais competências específicas que se exige a um engenheiro. De forma a poder intervir tanto na produção e no processamento de materiais como na conceção e no desenvolvimento de projetos de bioengenharia, o engenheiro biomédico deve possuir não só conhecimentos abrangentes acerca da natureza dos diferentes tipos de materiais, mas também um conhecimento preciso e quantitativo das propriedades de cada material. Esta disciplina visa fornecer competências sobre estrutura / propriedades / processamento / desempenho de materiais para engenharia, enfatizando as aplicações biomédicas.*

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

*Knowledge of the different materials used in engineering is one of the main specific skills required for any engineer. In order to be able to interfere in the materials production and processing, as well as in the conception and the development of bioengineering projects, the biomedical engineer must have comprehensive knowledge not only about the nature of the different types of materials, but also a precise and quantitative knowledge of the properties of each material. The learning outcomes aims to provide expertise on structure / properties / processing / performance of materials type available, emphasizing the biomedical applications.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****Módulo I**

- *Ligação química e Estrutura Cristalina*
- *Classes de Materiais*
- *Gerações dos Biomateriais*
- *Nanomateriais*

**Módulo II****- Materiais Metálicos**

*Ligas de Ti, Mg e Co; Ligas de memória de forma; Aços inoxidáveis; Diagramas de fase; Propriedades mecânicas; Bioaplicações e processamento*

**- Materiais não Metálicos**

*Cerâmicos e Vidros; Classificação; Bioinertes, bioativos e biodegradáveis; Fosfatos de cálcio; Propriedades mecânicas; Bioaplicações e Processamento*

*Polímeros sintéticos; Termoplásticos e termoendurecíveis; Características moleculares; Temperaturas de transição; Propriedades mecânicas; Bioaplicações e Processamento*

*Compósitos; Classificação; Matriz e tipos de reforços; Nanocompósitos; Propriedades mecânicas, Bioaplicações e Processamento*

**4.4.5. Syllabus:****Module I**

- *Atomic structure and bonding. Crystalline and amorphous materials*
- *Classes of Materials*
- *Biomaterials generations*
- *Nanomaterials*

**Module II****- Metallic Alloys**

*Ti, Mg and Co alloys; Shape memory alloys; Stainless steels; Phase diagrams; Mechanical properties; Bioapplications and Processing.*

**- Non-Metallic Materials**

**Ceramics and Glasses; Classification; Bioinert, bioactive and biodegradable types; The calcium phosphate; Mechanical properties; Bioapplications and Ceramic Forming.**

**Polymers; Main thermoplastic and thermosets types; Molecular characteristics; Transition temperatures; Mechanical properties; Bioapplications and Processing.**

**Composites; Classification; Matrix and reinforcement types; Nanocomposites; Mechanical response; Bioapplications and Processing.**

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

*O objetivo da unidade curricular é fornecer competências sobre ciência e engenharia dos materiais, em termos de composição química, estrutura, propriedades e processamento, enfatizando a aplicação biomédica*

*Para tal, serão estudadas as diferentes classes de materiais com o enfoque da bioengenharia. Os nanomateriais e o seu enquadramento nas gerações dos biomateriais serão, também, temas abordados. O aluno conhecerá as tecnologias tradicionais de fabrico mais relevantes e, ainda, outros processos para alterar o seu desempenho na aplicação médica. Referem-se as propriedades mecânicas dos materiais e a sua aplicação em bioengenharia. Os conteúdos programáticos desta unidade curricular são os considerados na maioria dos livros de ciência e engenharia de materiais.*

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

*The objective of the course is to provide expertise in material science and engineering, concerning composition, structure, properties and processing, emphasizing the biomedical application.*

*For this, the different classes of materials will be studied with the focus on the bioengineering. The nanomaterials and their framing in the generations of biomaterials will also be topics discussed. The student will learn about the most relevant traditional manufacturing technologies and other processes for changing their performance in medical applications. The mechanical properties of the various types of materials are referred as well as their bioapplication. Thus, the syllabus of this course are the one considered in the most books on materials science and engineering.*

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

*Ensino: aulas teóricas (T) de exposição da matéria, com discussão dos pontos essenciais e aulas teórico-práticas (TP), onde se evidenciam as aplicações de cada um dos tipos de materiais usados no fabrico de biocomponentes, complementadas com a utilização de métodos de cálculo para resolução de problemas.*

*Tutorial (OT): acompanhamento dos trabalhos de síntese a realizar pelos alunos e/ou visitas de estudo.*

*As provas de avaliação de conhecimentos são as seguintes:*

- Frequências, num total de 4, durante o semestre (80%)
- Trabalho de síntese; defesa oral; relatórios (20%)
- Exame (100%)

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

*Teaching methods: theoretical classes (T) involving subjects exposition with discussion of the essential points and theoretical-practical classes (TP) where the applications of each material type, used for biocomponents manufacture, are evidenced and complemented by the use of calculation methods for problem solving*

*Tutorial (OT): follow-up of the students synthesis work and/or study visit report.*

*The knowledge assessment tests are the following:*

- Tests, in a total of 4, during the semester (80%)
- Synthesis work and oral defense; and/or study visit report (20%)
- Final exam (100%)

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

*A metodologia de ensino baseia-se essencialmente em aulas presenciais do tipo teórico, com exposição dos conteúdos definidos no programa da unidade curricular e aulas teórico-práticas onde se aplicam os conceitos teóricos na resolução de problemas associados às relações mútuas composição-estrutura e propriedades-processamento, sempre sobre a tónica da bioaplicação.*

*Há, também, acompanhamento tutorial dos alunos na realização de trabalhos escritos que culmina com a defesa oral no final do semestre. Pretende-se captar a atenção e a motivação dos alunos, desafiando-os a enquadrar os constantes avanços científicos dos materiais nas aplicações biomédicas.*

*Esta complementariedade de formação contínua ao longo do semestre, teórica e aplicada, associada à metodologia de avaliação adotada, testes escritos, realização de trabalhos de síntese, apresentações orais, irá desenvolver no aluno as competências específicas e genéricas contempladas nos objetivos da unidade curricular.*

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

*The teaching methodology is based essentially on theoretical classes, with an exposition of the contents defined in the*

*syllabus of the curricular unit and theoretical-practical classes where theoretical concepts are applied in solving problems related to dual composition-structure and properties-processing interactions.*

*There is also tutorial accompaniment of the students in performing written work culminating with oral defense at the end of the semester. It is intended to capture the attention and the motivation of students, challenging them to frame the constant scientific advances of engineering materials in biomedical applications.*

*This complementarity of continuous training throughout the semester, theoretical and applied, associated to the evaluation methodology adopted, several written tests, synthesis written work, oral presentations, will develop in the student the specific and generic skills listed in the curricular unit objectives.*

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

- *William D. Callister, Jr., Fundamentals of Materials Science and Engineering; John Wiley & Sons, 2001.*
- *W.F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, McGraw-Hill, 1998.*
- *J. S. Temenoff, A. G. Mikos, Biomaterials, Pearson International Edition, 2008.*
- *C. Leyens, M. Peters, Titanium and Titanium Alloys, Wiley-VCH, 2003.*
- *R.W.K. Honeycombe, H.K.D. H. Badeshia, Steels - Microstructure and Properties, 2nd Edition, Adward Arnold, 1995.*
- *J. A. Helsen, H. J. Breme, Metals as Biomaterials, Wiley, 1998.*
- *Sanjay K. Mazumdar, Composite Manufacturing, CRC PRESS, 2001.*
- *Rajiv Asthana, Ashok Kumar, Narendra B. Dahotre, Materials Processing and Manufacturing Science, Elsevier Science & Technology Books, 2005.*

#### Mapa IV - Bioinformática

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Bioinformática*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Bioinformatics*

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

*CBIO*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 28; PL: 28*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Joel Perdiz Arrais (T: 28; PL: 28)*

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

*<sem resposta>*

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

*Conhecer de forma sistemática os principais algoritmos e ferramentas utilizados em Biologia Computacional. Em*



*particular, é objetivo focar nos métodos de análise e de anotação de sequências, algoritmos com aplicação em proteómica e na área da biologia de sistemas, e em especial nas redes de regulação genómicas.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Systematic comprehension of the main algorithms and tools used in Computational Biology. In particular, it is aim to focus on methods of analysis and annotation of sequences, application algorithms in proteomics and in the area of systems biology, and especially in genomic regulatory networks.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução e Conceitos Fundamentais**
  - a. *Desafios Computacionais em Biologia Computacional*
  - b. *Bases de dados e bibliotecas Bioinformáticas*
- 2. Métodos para análise da sequência**
  - a. *Alinhamento Global e Local de sequências (Needleman e Wunsch; Smith e Waterman)*
  - b. *Funções de penalização e métodos Heurísticos (BLAST)*
  - c. *Avaliação de Alinhamentos Múltiplos (PSI-BLAST; Clustal-W)*
  - d. *Evolução e Reconstrução de árvores filogenéticas*
  - e. *Anotação de de genomas (HMM)*
- 3. Previsão da estrutura secundária do RNA**
  - a. *Métodos baseados na maximização de pares*
  - b. *Métodos baseados na minimização da energia*
- 4. Bases genómicas de doenças humanas**
  - a. *Genómica Populacional*
  - b. *Tecnologias de sequenciação e montagem*
  - c. *Variações genéticas e doenças*
  - d. *Análise da expressão génica. Clustering e classificação.*
- 5. Redes Biológicas**
  - a. *Propriedades Teóricas de Redes Biológicas*
  - b. *Descoberta de padrões e de assinaturas (network motifs)*
  - c. *Previsão e simulação.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction and Key Concepts**
  - a. *Computational Challenges in Computational Biology*
  - b. *Databases and Bioinformatics libraries*
- 2. Methods for sequence analysis**
  - a. *Global and local sequence alignment (Needleman and Wunsch, Smith and Waterman)*
  - b. *Penalty functions and Heuristic methods (BLAST)*
  - c. *Multiple Sequence Alignments (PSI-BLAST, Clustal-W)*
  - d. *Molecular evolution and Phylogenetic Tree Reconstruction*
  - e. *Annotation of genomes (HMM)*
- 3. Prediction of RNA secondary structure**
  - a. *Base-pairs maximisation methods*
  - b. *Energy minimisation methods*
- 4. Genomic basis of Human diseases**
  - a. *Human Population genomics*
  - b. *DNA sequencing and Assembly*
  - c. *Genetic variations and diseases*
  - d. *Gene expression analysis. Clustering and classification.*
- 5. Biological Networks**
  - a. *Theoretical properties of Biological Networks*
  - b. *Discovery of patterns and signatures (network motifs)*
  - c. *Forecasting and simulation.*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Dada a natureza integrativa de conhecimentos da unidade curricular o capítulo 1 fornece uma contextualização e motivação assim como uma revisão das principais Bases de dados e ferramentas em Biologia Computacional. A organização dos capítulos seguintes reflecte as principais sub-áreas da Bioinformática, estando organizada no sentido genoma->função integrada de entidades biológicas. Deste modo o capítulo 2 e 3 dedica-se a algoritmos para a análise da sequência, DNA e RNA, o capítulo 4 à análise dados de Genómica Populacional, e o capítulo 5 a redes biológicas.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*Given the integrative nature of knowledge of the curricular unit, Chapter 1 provides a background and motivation and a*

*review of main Databases and tools on Computational Biology. The organization of the following chapters reflects the main sub-field of Bioinformatics, starting in the genome towards the function of biological entities. Therefore, chapter 2 and 3 is devoted to algorithms for DNA and RNA sequence analysis, chapter 4 to population genomics, and chapter 5 to biological networks.*

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

*A disciplina encontra-se dividida em aulas de natureza expositiva e em aulas Práticas-Laboratoriais. Na primeira é exposta a matéria numa vertente mais teórica, sem no entanto deixar de promover a participação activa dos alunos. Pretende-se desenvolver nestes a capacidade de raciocínio e de integração de conhecimentos e estimular o seu espírito crítico. As aulas Práticas vão possibilitar, ao aluno, explorar os conceitos adquiridos. Seguir-se-à uma abordagem orientada ao problema através do lançamento de desafios que relacionem conhecimento interdisciplinar fazendo, sempre que possível, uso de grupos de trabalho e de discussão.*

*A avaliação baseia-se na realização de uma prova escrita em que serão testados os conhecimentos adquiridos durante as aulas (40% da nota final) e na avaliação da sua prestação durante as aulas PLs pela realização de trabalhos e fichas de avaliação (60% da nota final). Na época de recurso os alunos apenas poderão repetir a componente da prova escrita.*

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

*The course is divided into expository and laboratory classes. The first is dedicated to present the content in a more theoretical approach, without failing to include the active participation of students. The aim is to develop their's reasoning ability and integration of knowledge and stimulate their critical thinking. Practical classes will enable the student to explore the acquired concepts. Those will follow a problem oriented approach by launching challenges that require knowledge integration, and wherever possible, the use of working groups and discussion.*

*The evaluation is based on the realization of a written exam that will evaluate the knowledge obtained in class (40% of final grade) and the evaluation of their performance during the Pratical classes (60% of final grade).*

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

*As aulas teóricas são predominantemente expositivas, com o objetivo de ensinar aos alunos os conhecimentos básicos em Biologia Computacional e as suas aplicações. Nas aulas práticas os alunos resolvem problemas concretos que lhes permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.*

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

*The lectures are predominantly expository, in order to teach students the basic knowledge in Computational Biology and its applications. In practical classes students solve real problems that allow them to apply the acquired knowledge.*

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

*Gusfield, Dan. Algorithms on Strings, Trees and Sequences: Computer Science and Computational Biology. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997. ISBN: 0521585198.*

*Waterman, Michael. Introduction to Computational Biology: Maps, Sequences, and Genomes. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995. ISBN: 0412993910.*

*Durbin, Richard, Graeme Mitchison, S. Eddy, A. Krogh, and G. Mitchison. Biological Sequence Analysis: Probabilistic Models of Proteins and Nucleic Acids. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997. ISBN: 0521629713.*

*Jones, Neil, and Pavel Pevzner. An Introduction to Bioinformatics Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press, 2004. ISBN: 0262101068.*

### Mapa IV - Técnicas de Instrumentação e Controlo

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Técnicas de Instrumentação e Controlo*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Instrumentation and Control Techniques*

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

*ENGBIOM*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****TP: 14; PL: 42****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Jorge Afonso Cardoso Landeck (TP: 14; PL: 42)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Capacidade de conceber pequenos instrumentos controlados por computador utilizando uma abordagem de projeto estruturada.*
- *Adquirir conhecimentos sobre as regras básicas de desenho de produtos.*
- *Aprender a montar, desenvolver e testar um pequeno sistema eletrónico com sensores e atuadores usando uma plataforma de desenvolvimento (Arduino, Raspberry Pi, or similar).*
- *Desenvolver as capacidades para resolver problemas e o raciocínio crítico.*

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

- *Ability to create small computer-controlled instruments using a structured design approach.*
- *Learn the basic rules of product design.*
- *Learn how to assemble, develop, and test a small electronic system with sensors and actuators using a development platform (Arduino, Raspberry Pi, or similar).*
- *Develop the capacities to solve problems and critical thinking.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Definição do problema****Recolha de requisitos. Decomposição modular e funcional. Especificação preliminar incluindo o estado da arte. Planeamento.****2. Conceção e avaliação****Técnicas de desenho. Comparação e avaliação de soluções alternativas. Especificação final incluindo o princípio de funcionamento, arquitetura do sistema e lista de materiais.****3. Desenvolvimento e teste de um protótipo****Montagem do protótipo usando uma plataforma de desenvolvimento (Arduino, Raspberry Pi, ou semelhante). Desenvolvimento dos módulos de software. Teste funcional.****4. Documentação****Diretrizes para a elaboração de documentação técnica. Notas sobre segurança, qualidade e certificação.****4.4.5. Syllabus:****1. Problem definition****Collect requirements. Modular and functional decomposition. Preliminary specification including the state of the art. Task planning.****2. Design and evaluation****Design techniques. Comparison and evaluation of optional solutions. Final specification including the working**

*principle, system architecture, and bill of materials.*

### **3. Prototype development and testing**

*Prototype assembling using a development platform (Arduino, Raspberry Pi, or similar). Software modules development. Functional testing.*

### **4. Documentation**

*Technical documentation writing guidelines. Notes on security, quality, and certification.*

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

*Dada a natureza prática da disciplina, os conteúdos programáticos definem uma abordagem estruturada mínima ao desenvolvimento de um projeto de instrumentação, sendo, portanto, adequados e coerentes com os principais objetivos desta unidade curricular.*

*Complementarmente, o programa estimula a discussão e o raciocínio que são fundamentais em engenharia.*

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

*Due to the practical nature of the course, the program defines a minimal structured approach to the development of an instrumentation project, and is, therefore, adequate and coherent with the main goals of this curricular unit.*

*In addition, the program encourages the discussion and reasoning that are fundamental in engineering.*

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

*A disciplina consiste no desenvolvimento estruturado de um projeto de instrumentação. Caberá ao professor ajudar a selecionar o problema e orientar este desenvolvimento durante todas as diferentes fases do projeto.*

*Será fortemente encorajada a utilização dos engenhos de pesquisa na internet no desenrolar do projeto.*

*Os alunos deverão obrigatoriamente fazer a montagem e teste de um protótipo, fazer um curto relatório escrito e uma apresentação oral do projeto. O projeto será feito em grupos de dois ou três alunos.*

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

*The course comprises the structured development of an instrumentation project. The teacher will help in the selection of the problem and will guide this development through the various phases of the project.*

*The use of Internet search engines for the development of the project will be strongly encouraged.*

*Students will be required to assemble and test a prototype, write a short report and an oral presentation of the project. The project will be done in groups of two or three students.*

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

*As metodologias de ensino adotadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos e experiência prática pretendidos, sendo semelhantes àquelas que são usadas em unidades curriculares do mesmo tipo nas escolas de referência.*

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

*The teaching methods adopted are suited to provide the student with the intended knowledge and practical skills, and are similar to those that are used in the same type of courses in the reference schools.*

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

*- Nigel Cross, **Engineering Design Methods – Strategies for Product Design**, John Wiley and Sons, 2000.*

*- Halit Eren, **Electronic Portable Instruments: Design and Applications**, CRC Press, 2004.*

*- Michael Slater, **Microprocessor Based Design: A Comprehensive Guide to Effective Hardware Design**, Prentice Hall, 1998.*

## **Mapa IV - Computação Evolucionária**

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

**Computação Evolucionária**

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

**Evolutionary Computation**

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

**ENGBIOM**

**4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***T: 28; PL: 28; O: 2***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***prevêem-se 3 turmas PL***4.4.1.7. Observations:***there will be 3 PL groups***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ernesto Jorge Costa (T: 28; PL: 28; O: 2)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Fernando Jorge Penousal Machado (PL: 28), Nuno António Marques Lourenço (PL: 28); prevêem-se 3 turmas PL / there will be 3 PL groups***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Apresentar, discutir e desenvolver soluções de engenharia de inspiração natural (i.e., biológica, social, física) para problemas de elevada complexidade que, ou não têm solução analítica, ou são computacionalmente intratáveis. Aprender a avaliar de modo rigoroso, i.e., por recurso à estatística, soluções alternativas para os problemas. Aquisição de competências em análise e síntese, comunicação oral e escrita (português e inglês), conhecimentos informáticos e de análise estatística, resolução de problemas, conhecimento de uma língua estrangeira, raciocínio crítico, trabalho em grupo, aprendizagem autónoma, criatividade, aplicação prática dos conhecimentos, investigação.*

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

*To present, discuss and develop natural inspired (i.e., biological, social, physical) engineering solutions to hard, complex, problems, which do not have an analytical solution or are computational intractable. To learn how to formal evaluate alternative solutions, i.e., based on sound statistical methods. Acquiring competences in analysis and synthesis, written and oral communication (Portuguese and English), computer science and statistical knowledge, problem solving, knowledge of a foreign language, critical reasoning, group work, autonomous learning, creativity, practical application of the knowledge, research.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução: meta-heurísticas e resolução de problemas*
- 2. Algoritmos Evolucionários Padrão*
- 3. Algoritmos Não-Darwinianos*
- 4. Inteligência Colectiva*
- 5. Sistemas Imunes Artificiais*
- 6. Sistemas Baseados em Desenvolvimento*
- 7. Evolução e Aprendizagem*
- 8. Desenho de Experiências e Análise Estatística*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction: meta-heuristics and problem solving*
- 2. Standard Evolutionary Algorithms*
- 3. Non-Darwinian Algorithms*
- 4. Collective Intelligence*
- 5. Artificial Immune Systems*
- 6. Developmental Systems*
- 7. Evolution and Learning*
- 8. Design of Experiments and Statistical Analysis*

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Este é um curso sobre resolução de problemas por métodos heurísticos, dirigido em particular para problemas de optimização, desenho e aprendizagem. O seu objetivo programático principal está limitado a soluções inspiradas na natureza. No entanto, para o aluno ter um visão mais completa, no tópico 1 procurar-se-á por estes métodos em contexto com outras abordagens. Os tópicos 2, 5 e 6 envolvem os diferentes métodos de inspiração biológica (os algoritmos evolucionários, os sistemas imunes artificiais e os sistemas inspirados na biologia do desenvolvimento. Ficam de fora as redes neuronais pois são tratadas de modo extensivo noutra disciplina. O tema 3 aborda outros métodos não inspirados na teoria da selecção natural de Darwin. O tema 4 está relacionado com o modo como coletivos de agentes sociais resolvem problemas de optimização e respetivas abstrações computacionais. O tema 7 discute as relações entre evolução e aprendizagem. O tema 8, trata do problema do desenho de experiências.*
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*This is a course on heuristic problem solving, directed towards optimization, design and learning problems. Its main programmatic goal is restricted to nature-inspired methods. However, for the student to have a complete view of problem solving methods, those that will be covered in the lectures will be put in context with other proposals in topic 1. The themes 2, 5 and 6 will deal with the different biological-inspired methods (evolutionary algorithms, artificial immune systems, and developmental systems). We will not deal with neural networks for they will be deeply study in another course. Topic 3 will deal with non-darwin methods. The topic 4, address how social animals solve optimization problems and discuss the corresponding algorithms . Topic 7, will discuss the relationship between evolution and learning. Topic 8, will mostly introduce statistical tools to analyzing algorithmic alternatives.*
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Nas aulas teóricas serão expostos e discutidos de modo crítico os conceitos, teorias e métodos, associados à resolução heurística de problemas. Os alunos serão chamados de imediato a exercitar, na PL, o que foi aprendido através da resolução em computador de problemas de complexidade média. Esse trabalho será feito em grupo com a monitorização do professor. Leitura de trabalho de investigação; estudo experimental de soluções alternativas para uma dada questão teórica; escrita de relatório. Os trabalhos referidos são únicos, individuais, e estão sujeitos a apresentação oral e discussão.*
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*In the lectures we will present and discuss in a critical way the theories and methods used in heuristic problem solving. Immediately after the lecture students will exercise what was taught by solving in the computer medium complexity problems. This is a group work done under the supervision of the professor. Written synthesis of a recent research work, experimental work involving the statistical study of different alternatives for a theoretical question. Work subject to oral presentation and discussion*
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A melhor forma de interiorizar métodos de resolver problemas é implementar algoritmos e efetuar testes para diferentes configurações. Aulas T: apresentação dos conceitos, Aulas PL: serão testados os algoritmos. Os alunos recebem o código base de todos os algoritmos. As competências identificadas serão promovidas de diferentes maneiras. As aulas desenvolvem competências: análise e síntese, resolução de problemas, raciocínio crítico, criatividade, aplicar novos conhecimentos. Aulas PL: competências de trabalho em grupo. A leitura de comunicação científica liga-se de modo direto às competências de capacidade de análise e de síntese, de comunicação oral e escrita, de conhecimento de uma língua estrangeira, de raciocínio crítico, de aprendizagem autónoma, de investigação. Projeto: cimenta competências em informática e estatística, comunicação oral e escrita, conhecimento de uma língua estrangeira, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, criatividade, aplicação, investigação.*
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The best way to apprehend the different methods of problem solving is to implement the corresponding algorithms, making also tests with different configurations. T Lectures: introduction of different concepts, Labs: test algorithms, with the base code for all. The identified competences will be promoted in different ways: capacity of analysis and synthesis, problem solving, critical reasoning, creativity, practical application of the learned knowledge. Group work. The work involving a research paper will greatly contribute to analysis and synthesis, oral and written communication, knowledge of a foreign language, critical reasoning, and autonomous learning. Practical project : computer programming and statistical analysis, oral and written communication, knowledge of a foreign language, critical reasoning, autonomous learning, creativity, practical application of the learned knowledge, and research.*
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
1) *Introduction to Evolutionary Computation (2nd edition), A. Eiben and J. Smith, Springer, 2015.*  
2) *Natural Computing Algorithms, Anthony Brabazon, Michael O'Neill and Seán McGarraghy, Springer, 2015.*  
3) *Bio-Inspired Artificial Intelligence: theories, methods, and Technologies, Dario Floreano and Claudio Mattiussi, MIT Press, 2008.*

4) *Fundamentals of Natural Computing: basic concepts, algorithms, and applications*, Leandro Castro, Chapman and Hall, 2006.

5) *Essentials of Metaheuristics (2nd Edition)*, Sean Luke, Lulu Press, 2013.

#### Mapa IV - Biossensores e Sinais Biomédicos

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Biossensores e Sinais Biomédicos*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Biosensors and Biomedical Signals*

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

*ENGBIOM*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP: 28; PL: 28*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Arménio Coimbra Serra (TP: 2; PL: 8); António Miguel Morgado (TP: 14; PL: 14), (regência alternada)*

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

*Jorge Fernando Jordão Coelho (TP: 5; PL: 6), Maria Goreti Ferreira Sales (TP: 7)*

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

- *Desenvolvimento de dispositivos biossensores para identificação de compostos específicos em áreas tão importantes como a saúde, ambiente, indústria alimentar e outras afins.*
- *Conhecimento das características dos principais transdutores fisiológicos e ambientais e suas aplicações*
- *Conhecimento dos métodos de detecção, medição e registo de sinais biomédicos.*
- *Conhecimento de métodos para análise de sinais biomédicos.*
- *Familiarização com as principais áreas de aplicação biomédica.*

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

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

*Development of biosensor devices for identification of specific compounds in important areas as health, environment, food industry and others.*

*To know the features of the main physiological and environmental transducers and their applications*

*To know the methods for detection, measurement and recording of biomedical signals.  
To know the methods for biomedical signal analysis.  
To know the main application areas in biomedicine.*

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

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução ao conceito de biossensor.  
Desempenho analítico (seletividade, sensibilidade, reprodutibilidade, limite de deteção e tempo de resposta).  
Elementos de bioreconhecimento: tipos; imobilização.  
Materiais e superfícies para integração.  
Transdução de sinal.  
Aplicações (inclui wearables, implantes e microagulhas).  
Transdutores. Factores de desempenho. Monitorização in vitro e in vivo. Lab-on-a-chip  
Estabilidade dos biossensores. A evolução do biossensor da glucose. Biossensores de última geração. Perspectivas futuras  
Sinais biomédicos: natureza e características.  
Princípios físicos de sensores directos. Parâmetros estáticos e dinâmicos de instrumentação.  
Análise de processos concorrentes, acoplados e correlacionados.  
Interferência e ruído. Filtragem. Amostragem. Erros de quantização e de “aliasing”.  
Filtragem óptima. O filtro de Wiener. Filtragem adaptativa.  
Deteção de eventos e análise de forma de onda.  
Caracterização de sinais e sistemas no domínio da frequência.*

#### 4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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



*of biomedicine.*

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

*Aulas teórico-práticas*

*Seminários de assistência obrigatória*

*Trabalhos de laboratório e mini projectos de carácter experimental relacionados com os tópicos leccionados.*

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

*Theoretical/Practical classes.*

*Seminars (mandatory).*

*Laboratory work and small experimental projects related to the lectured subjects.*

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

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

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

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

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

*Introduction to Biosensors, From Electric Circuits to Immunosensors, Second Edition, Ed. Jeong-Yeol Yoon, Springer, 2016.*

*Biosensors and Bioelectronics, Ed. Chandran Karunakaran, Kalpana Bhargava, Robson Benjamin, Elsevier, 2015.*

*Biosensors, a practical approach, Ed. Jonathan Cooper and Anthony Cass, Oxford University Press, 2004.*

*Biosensors and biodetection, Methods and Protocols, Ed. Ben Prickril and Avraham Rasooly, Humana Press, 2017.*

*Biosensors, E.Hall*

*Biomedical signal analysis : a case study approach. Rangaraj M. Rangayyan. IEEE Press, Wiley Interscience, 2nd edition: 2009.*

*Medical Instrumentation: Application and Design, 4rd Edition, John G. Webster (Editor).*

*John Wiley and Sons Ltd, 2009.*

*Artigos científicos recentes relacionados com os temas leccionados/ Recent scientific papers related to the lectured topics.*

**Mapa IV - Engenharia Bioquímica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia Bioquímica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Biochemical Engineering*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 42; PL: 14****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Jorge Manuel dos Santos Rocha (T:42; PL:7)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Paula Cristina Nunes Ferreira (PL:7)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

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

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

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

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

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

convencionais. Novos conceitos de biorreactores.

#### 4.4.5. Syllabus:

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

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

*Nesta unidade curricular o estudante ganha sensibilidade para o papel dos microrganismos, de células animais e de enzimas na transformação bioquímica controlada de diversos substratos orgânicos, com aplicações variadas, seja na síntese de produtos biológicos à escala industrial, na biocatálise, no tratamento secundário de efluentes, seja ainda na produção de materiais alternativos a partir de matérias-primas renováveis.*

*O estudante é capaz de reconhecer os requisitos ambientais e nutricionais para o crescimento celular, a forma de incrementar a sua actividade biológica, a forma de atenuar, corrigir ou compensar os desvios (hidráulicos, de composição ou outros) que os caldos de cultura possam apresentar, associar a produção e a separação dos bioprodutos resultantes, controlar, otimizar e aumentar a escala de cada uma destas operações. Uma pesquisa individual com elaboração de uma pequena monografia leva à partilha de conhecimentos*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Doran, P.M. *Bioprocess Engineering Principles*, Academic Press, 2nd ed, 2012.
- Bailey, J. e Ollis, D. *Biochemical Engineering Fundamentals*, 2nd ed., McGraw-Hill, 1986
- Riet K. e Tramper, J. *Basic Bioreactor Design*, Marcel Dekker, Inc., 1991
- Lima N. e Mota, M. *Biotecnologia. Fundamentos e Aplicações*, Lidel, edições técnicas, 2003
- Fonseca, M.M. e Teixeira, J.A. (coordenação), *Reactores Biológicos – Fundamentos e Aplicações*, Lidel, Edições Técnicas Lda, 2007
- Belter, P.A., Cussler E.L. e Hu, Wei-Shon, *Bioseparations: downstream processing for biotechnology*, John Wiley & Sons, Ltd, 1988
- Kennedy J.F. e Cabral J.M.S. (ed), *Recovery processes for biological materials*, John Wiley & Sons, Ltd, 1993
- Atkinson, B. & Mavituna, F., *Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook*, 2nd ed., Stockton Press, N.Y., 1991
- Stanbury, P.F. e Whitaker, A., *Principles of Fermentation Technology*, Pergamon Press, Oxford, 3rd ed., 2016

**Mapa IV - Nanobiomateriais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Nanobiomateriais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Nanobiomaterials*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:28; PL: 28*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Hermínio Cipriano de Sousa (T: 28; PL: 14)*

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

*Patrícia de Jesus Alves (PL: 14)*

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

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

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

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

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

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

**4.4.5. Syllabus:**

*Theoretical component: introduction to nanobiomaterials; development of nanobiomaterials (current applications, nanostructured materials used in pharmaceutical/biomedical applications; micro-, meso- and macroporous structures; nanostructured surfaces; examples of polymeric, metallic, inorganic, hybrid and composite nanobiomaterials preparation; functionalization/bioconjugation of nanobiomaterials; smart and stimuli-responsive nanobiomaterials; examples of specific applications (pharmaceutical/diagnostic/theranostic applications, and implantable materials/devices - biodegradable/non-biodegradable); nanometrology and nanotoxicity; regulation and translation to the clinic; regulatory frameworks - FDA/EMA; commercialized products - examples).*

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

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

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

*In the first part of the course it is performed an introductory description and a critical assessment on the major issues associated to Biomaterials and Nanotechnologies. It is expected that students acquire/remember all the required knowledge (basic/specific) that will allow them to understand all the subsequent more advanced multi/interdisciplinary subjects which will be involved in the second part of the course (nanobiomaterials, their pharmaceutical and biomedical applications, functionalization/bioconjugation methods, etc.). Illustrative examples and case studies (successful/unsuccessful) will be always provided so students may establish critical judgements. Laboratorial classes will be essential: through relatively simple laboratorial activities, students will acquire some laboratorial skills while, at*

*the same time, they will be motivated to better/deeper understand course's theoretical issues. Lab demonstrations and seminars will also be useful for these goals.*

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

*Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo.*

*Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos. Podem ser realizadas outras demonstrações laboratoriais (docentes e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para quaisquer outras tarefas propostas. Poderão ser ainda organizados seminários (apresentados por especialistas da área).*

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

*Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies.*

*Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups. Laboratorial demonstrations on some selected issues may be organized (teachers/research students). Tutorial supervision for other proposed tasks. Special seminars may be organized (delivered by specialist guest lecturers).*

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

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

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

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

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

*Kee Yi, D., Papaefthymiou, G.C., (Eds.), Nanobiomaterials. Development and Applications, CRC Press, 2014*

*Wang, X., Ramalingam, M., Kong, X., Zhao, L., (Eds.), Nanobiomaterials. Classification, Fabrication and Biomedical Applications, Wiley-VCH, 2018*

*Collins, A.M., Nanotechnology Cookbook: Practical, Reliable and Jargon-free Experimental Procedures, Elsevier, 2012*

*Rao, C.N.R., Muller, A., Cheetham, A.K. (Eds.), The Chemistry of Nanomaterials. Synthesis, Properties and Applications, Wiley-VCH, 2004*

*Hermanson, G.T., Bioconjugate Techniques, Elsevier, 2013*

*Webster, T.J. (Ed.), Safety of Nanoparticles. From Manufacturing to Medical Applications, Springer, 2009*

*Pallotta, A., Clarot, I., Sobocinski, J., Fattal, E., Boudier, A., Nanotechnologies for medical devices: potentialities and risks, ACS Appl. Bio Mater., 2, 1-13, 2019*

*Min, Y., et al., Clinical Translation of Nanomedicine, Chem. Rev., 115, 11147-11190, 2015*

### Mapa IV - Engenharia de Tecidos

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Engenharia de Tecidos*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Tissue Engineering*

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****ENGBIOM****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 28; PL: 28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Hermínio José Cipriano de Sousa (T:24; PL:28)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Paula Cristina Nunes Ferreira (T: 4)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

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

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

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

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

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

**4.4.5. Syllabus:**

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

**Experts in several distinct TE areas will be invited.**

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

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

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

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

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

**Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo.**

**Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos.**

**As demonstrações laboratoriais serão realizadas pelos docentes (e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para as outras tarefas/projectos propostas. Serão organizados vários seminários a serem apresentados por especialistas da área.**

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

**Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies.**

**Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups.**

**Laboratorial demonstrations on some selected issues, to be performed by teachers with the help of research students. Tutorial supervision for other proposed tasks and projects. Special seminars will be scheduled which will be presented by specialist guest lecturers.**

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

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

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



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

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

*Lanza, R. Langer, J. Vacanti, (Eds), Principles of Tissue Engineering, 4th Ed., Academic Press, Elsevier, The Netherlands, 2013*

*A.K Gaharwar, S. Sant, M.J Hancock, S.A. Hacking (Eds), Nanomaterials in Tissue Engineering: Fabrication and Applications, Woodhead Publishing, 2013*

### Mapa IV - Análise e Processamento de Imagem

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Análise e Processamento de Imagem*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Image Processing and Analysis*

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

*ENGBIOM*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T: 28; PL:28*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*prevêem-se 2 turmas PL*

#### 4.4.1.7. Observations:

*there will be 2 PL groups*

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

*Nuno David Sousa Chichorro Fonseca Ferreira (T: 28; PL: 28)*

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

*Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (PL:28); prevêem-se 2 turmas PL / there will be 2 PL groups*

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

*O curso tem como objectivos principais transmitir conhecimentos que permitam aos alunos:*

*1) compreender os fundamentos teóricos do processamento de imagens digitais, incluindo o seu contexto na aquisição e análise de imagens biomédicas e algumas das suas técnicas principais, e*

*2) desenvolver capacidades que lhes permitam aplicar na prática estes conhecimentos, dominando ferramentas adequadas de processamento de imagens, incluindo uma linguagem de programação especializada.*

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

*This course is planned so as to enable the students to:*

- 1) understand the theoretical foundations of digital image processing, including their context in the acquisition and analysis of biomedical images, and learn some of the main techniques;*
- 2) develop skills allowing them to put in practice what they've learned, mastering the appropriate image processing tools and, in particular, a specialised programming language.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução.*

*Fundamentos da imagem digital: Formação, aquisição e digitalização de imagem. Representação binária, armazenamento e visualização de imagens digitais. Caracterização de imagens.*

*Processamento no domínio espacial: Histogramas, equalização, melhoramento de imagem. Filtragem espacial.*

*Processamento no domínio espectral: Transformadas de Fourier. Filtros. FFT. Teorema da convolução e da correlação.*

*Restauração de imagem: Modelo do processo de degradação/restauração da imagem. Modelos de ruído. Desconvolução.*

*Processamento da cor: Modelos de cor.*

*Processamento da forma e segmentação: Dilatação, erosão. Detecção/extracção de características. Transformada de Hough. Crescimento de regiões.*

*Reconstrução de imagem: Organização dos dados. Transformada de Radon. Métodos analíticos e métodos iterativos. Reconstrução.*

*Outras técnicas: Alinhamento e Fusão. PCA. "Machine Learning".*

*Programa prático: Utilização de linguagens de programação para processamento e visualização de imagens.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction.*

*Fundamentals of digital image: image formation, acquisition and digitalisation. Binary representation, storage and visualisation of digital images.*

*Image characterisation.*

*Spatial domain processing: histograms, equalisation, image improvement. Spatial filtering.*

*Spectral domain processing: Fourier transforms. Filters. FFT. Convolution and correlation theorem.*

*Image recovery: degradation/recovery process model. Noise models. Deconvolution.*

*Colour processing: colour models.*

*Shape processing and segmentation: dilation, erosion.*

*Detection/extraction of characteristics. Hough transform. Domain growth.*

*Image reconstruction: data organization. Radon transform. Analytical and iterative methods. Reconstruction.*

*Other techniques: alignment and fusion. PCA. "Machine Learning".*

*Practical classes syllabus: use of programming languages for image processing and visualization.*

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

*Os objetivos relativos à aquisição de conhecimento são diretamente alcançáveis através da exposição oral dos conteúdos programáticos definidos.*

*Os objetivos relativos às aplicações práticas são alcançados com os problemas de programação e a exploração das várias técnicas de processamento de imagem.*

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

*Objectives pertaining to knowledge acquisition are reached through the oral presentation of the content of the syllabus.*

*Objectives related to practical applications are attained with the programming problems and the exploring of several image processing techniques.*

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

- Exposição oral com recurso a meios audiovisuais*
- Exemplos explorando fontes adicionais, incluindo Internet e investigação de ponta na área*
- Discussão em grupo de problemas práticos*
- Resolução de problemas de programação*
- Realização de testes práticos frequentes*
- Realização de trabalhos individuais (um projecto de programação com relatório)*

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

- Oral presentation using audiovisual means*
- Examples that explore additional sources such as the internet and latest research results*
- Group discussion of practical problems*
- Solving programming problems*
- Frequent practical tests*
- Building a programming project with report*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Dado que os métodos de ensino se centrarão na discussão e solução de problemas práticos, ambos os objetivos principais da unidade curricular serão automaticamente cumpridos.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*Given that teaching methods will mainly be centred on the discussion and solution of practical problems, the main objectives of this course will be automatically fulfilled.*

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

*Livro de referência / main book:*

*R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 4th ed., 2018*

*Outros livros / Other books:*

*Rangaraj M R, Biomedical Image Analysis, CRC Press, 2005.*

*R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, Digital Image Processing using Matlab, Prentice Hall, 2004.*

*Anil J. Kain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989.*

#### **Mapa IV - Mecatrónica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Mecatrónica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Mechatronics*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*162*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL: 28*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*prevêem-se 3 turmas PL*

**4.4.1.7. Observations:**

*there will be 3 PL groups*

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

*Lino José Forte Marques (T: 28; PL: 28)*

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

*Mahmoud Tavakoli 2\*(PL:28); prevêem-se 3 turmas PL / there will be 3 PL groups*

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

*A unidade curricular de Mecatrónica visa dotar o estudante dos conhecimentos fundamentais necessários ao projecto e desenvolvimento de sistemas mecatrónicos, com particular ênfase em sistemas de controlo compostos por vários eixos motrizes actuados por actuadores electromagnéticos. Para atingir este objetivo, o estudante deverá ficar a*

**conhecer o princípio de funcionamento dos principais actuadores electromagnéticos bem como os respectivos circuitos de electrónica de potência necessários para comandar esses actuadores a partir de sistemas embebidos baseados em microcontroladores. Deverá ainda ser capaz de implementar software de com restrições de tempo-real que permita controlar os actuadores de acordo com o objectivo estabelecido.**

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

*The Mechatronics course aims at providing students with the fundamental knowledge necessary for the design and development of mechatronics systems, with particular emphasis on control systems composed of several axes droved by electromagnetic actuators. In order to achieve this objective, the student should be aware of the working principle of the main electromagnetic actuators as well as the respective power electronics circuits required to control these actuators with embedded systems based on microcontrollers. It should also be able to implement software with real-time constraints that allow controlling the actuators according to an established objective.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Sistemas electromecânicos integrados**
2. **Mecanismos de transmissão de movimentos**
  - **Equações fundamentais da dinâmica de sistemas mecânicos com massas móveis - Dimensionamento de actuadores**
3. **Electrónica de potência**
  - **Características estáticas e dinâmicas dos semicondutores de potência**
  - **Interface com circuitos de potência**
  - **Circuitos de regulação linear e comutados**
4. **Actuadores electromecânicos e circuitos de comando**
  - **Solenóides e actuadores electromagnéticos lineares**
  - **Motores DC com escovas; motores DC sem escovas; motores de passo**
  - **Motores AC; motores de indução e variadores electrónicos de velocidade**
  - **Actuadores piezoeléctricos lineares e rotativos**
  - **Ligas com memória de forma; polímeros electroactivos**
5. **Controlo de movimentos**
  - **Controlo de velocidade e posição**
  - **Sincronização de eixos motores**
  - **Sistemas programáveis com múltiplos eixos (robôs, máquinas CNC).**

#### 4.4.5. Syllabus:

1. **Integrated electromechanical systems**
2. **Mechanisms for motion transmission**
  - **Fundamental equations of the dynamics of mechanical systems with moving masses - Sizing of actuators**
3. **Power Electronics**
  - **Static and dynamic characteristics of power semiconductors**
  - **Interface with power circuits**
  - **Linear and switched regulators**
4. **Electromechanical actuators and drivers**
  - **Solenoids and linear electromagnetic actuators**
  - **Brushed and brushless DC motors; stepper motors**
  - **AC motors; induction motors and electronic speed drivers**
  - **Linear and rotary piezoelectric actuators**
  - **Shape memory alloys; electroactive polymers**
5. **Motion control**
  - **Speed and position control**
  - **Synchronization of motion axes**
  - **Programmable systems with multiple axes (robots, CNC machines).**

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

*Os conteúdos teóricos permitem ao aluno compreender a estrutura de um sistema mecatrónico e ficar a conhecer o funcionamento e métodos de comando e controlo de alguns dos seus elementos fundamentais, tais como actuadores, elementos de transmissão de movimento, electrónica de comando e software de controlo. Estes conteúdos são sedimentados pela componente prática da disciplina através da realização de pequenos trabalhos laboratoriais que permitem que o aluno implemente conversores comutados para comando de diferentes tipos de actuadores, controlados a partir de microcontroladores e que desenvolva um pequeno projecto mecatrónico onde tenha de controlar os movimentos de um mecanismo composto por vários sensores e actuadores.*

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

*The theoretical contents allow the student to understand the structure of mechatronic systems and to know the working principle and control methods of some of its fundamental elements, such as actuators, motion transmission elements, power electronics and drivers and control software. These contents will be further supported by the practical*

*component of the course through the implementation of laboratory assignments that allow the student to use a microcontroller to control different types of actuators through a power driving circuit.*

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

*Aulas teóricas do tipo magistral para apresentação teórica dos tópicos do programa com recurso a meios audiovisuais. Aulas práticas laboratoriais para implementação e demonstração dos vários conceitos leccionados nas aulas teóricas e para apresentação dos resultados parcelares de mini-projectos que envolvam o controlo de sistemas mecatrónicos, implementados por cada grupo de trabalho ao longo do semestre lectivo.*

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

*Theoretical presentation of the topics of the program using audiovisual means. Practical laboratory classes for the implementation and demonstration of the various concepts taught in the theoretical classes and for presentation of the partial results of mini-projects involving the control of mechatronic systems, implemented by each working group throughout the academic semester.*

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

*A metodologia de ensino adoptada procura envolver o aluno no processo de aprendizagem através da realização de trabalhos práticos, cujos fundamentos são ensinados nas aulas teóricas e demonstrados nas aulas práticas. A execução destes trabalhos é realizada em grupo, de forma autónoma, no laboratório de apoio didáctico. Para implementar estes trabalhos, o aluno terá de utilizar as competências técnicas adquiridas na disciplina e desenvolver competências de auto-aprendizagem, trabalho em grupo e gestão de projecto.*

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

*The adopted teaching methodology tries to involve the student in the learning process through the accomplishment of practical work, whose fundamentals are taught in the theoretical classes and demonstrated in the practical classes. The execution of these works is carried out autonomously by a group of students in the didactic support laboratory. To implement these works, the students will have to use the technical skills acquired in the course and develop skills of self-learning, group work and project management.*

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

*Principal:*

*- Sabri Cetinkunt, "Mechatronics with Experiments", 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2015.*

*Complementar:*

*- Hakan Gürocak, "Industrial Motion Control: Motor Selection, Drives, Controller, Tuning, Applications" John Wiley & Sons, 2016.*

*- R. Isermann, "Mechatronic Systems: Fundamentals", Springer, 2005.*

*- Klaus Janschek, "Mechatronic Systems Design: Methods, Models, Concepts", Springer, 2012.*

*- T. Kiong, L. Heng, H. Sunan, "Precision Motion Control - Design and Implementation", 2nd ed, Springer, 2008.*

**Mapa IV - Sensores Inteligentes**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sensores Inteligentes*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Smart Sensors*

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

*ENGBIOM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T: 28; PL:28*

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:***prevêem-se 3 turmas PL***4.4.1.7. Observations:***there will be 3 PL groups***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Lino José Forte Marques (T: 28; 3\*(PL:28))***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A unidade curricular de Sensores Inteligentes visa dotar o estudante dos conhecimentos fundamentais necessários ao projecto e desenvolvimento de sensores inteligentes. Para atingir este objectivo, o estudante deverá ficar a conhecer os principais métodos de transdução e de condicionamento de sinal bem como ser capaz de utilizar sistemas embebidos baseados em microcontroladores com capacidade de aquisição, processamento e comunicação de dados. Estes conhecimentos deverão melhorar os conhecimentos de electrónica analógica e digital e dar ao estudante a capacidade de projectar, implementar e programar um sensor inteligente de média complexidade e integrar esse sensor num sistema de monitorização ou controlo distribuído com capacidade de interface com computadores.*

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

*The Smart Sensors course aims to provide students with fundamental knowledge necessary for the design and development of smart sensors. To achieve this objective, the student should learn the main methods of transduction and signal conditioning as well as being able to use embedded systems based on microcontrollers capable of signal acquisition, processing and data communication. This knowledge should give the student the ability to design, implement and program a smart sensor of medium complexity and integrate this sensor in a monitoring or distributed control system with ability to interface with high-level computers.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***Programa teórico*

- 1. Introdução aos sensores inteligentes*
- 2. Características e parâmetros de desempenho dos sensores*
- 3. Princípios físicos de transdução e principais tipos de sensores*
- 4. Circuitos avançados de condicionamento de sinal*
- 5. Aquisição e processamento de dados sensoriais*
- 6. Redes de sensores*

*Programa prático*

- 1. Microcontroladores: interface e programação*
- 2. Sensores baseados na medição de tempo e frequência*
- 3. Circuitos comutados de condicionamento de sinal*
- 4. Referências de tensão e aquisição de sinais*
- 5. Detecção de fase e detecção síncrona*
- 6. Calibração, linearização e compensação*
- 7. Redes de sensores*

**4.4.5. Syllabus:***Theoretical program*

- 1. Introduction to smart sensors*
- 2. Characteristics and performance parameters of the sensors*
- 3. Principles of physical transduction and main types of sensors*
- 4. Circuits for advanced signal conditioning*
- 5. Sensory data processing*
- 6. Sensor Networks*

*Laboratory program*

- 1. Microcontrollers: interfacing and programming*
- 2. Sensors based on time and frequency measurement*
- 3. Signal conditioning based on switched circuits*
- 4. Voltage references and signal acquisition*

- 5. Phase and synchronous detection
- 6. Calibration, linearization and compensation
- 7. Sensor Networks

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos teóricos permitem ao aluno compreender a importância dos sensores inteligentes num contexto actual, repleto de dispositivos com capacidade de detectar eventos ou medir grandezas e partilhar os valores adquiridos com outros dispositivos ligados em rede (internet das coisas). Os tópicos 2 e 3 permitem que o aluno conheça os principais tipos de sensores, os seus meios de transdução e as suas limitações. O tópico 4 procura dotar o estudante de capacidades de síntese em electrónica analógica de condicionamento de sinal avançada, incluindo métodos de detecção coerente, métodos de compensação, ganho ajustável. Os tópicos 5 e 6 introduzem as redes de sensores e alguns métodos de filtragem e estimação distribuída. Em paralelo com estes tópicos, as aulas laboratoriais vão exemplificando a aplicação destes assuntos na implementação de sensores simples.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *The theoretical contents allow students to understand the importance of smart sensors in our current World fulfilled of devices capable of detecting events or measuring physical or chemical quantities and share the acquired values with other devices connected to an internet of things (IoT). Topics 2 and 3 let the student know the main types of sensors, their means of transduction and their limitations. The topic 4 seeks to provide students with synthesis capabilities in analog electronics and advanced signal conditioning, including coherent detection methods, methods of automatic compensation and self-calibration. Topics 5 and 6 introduce sensor networks and methods for filtering and distributed estimation. Running in parallel with the theoretical lectures, the laboratory classes exemplify the learnt concepts and propose their implementation in simple sensors.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída): *Aulas do tipo magistral para apresentação teórica dos conteúdos do programa com recurso a meios audiovisuais. Aulas teórico-práticas para demonstração de vários conceitos leccionados nas aulas teóricas e aulas laboratoriais, para implementação e apresentação dos resultados parcelares de mini-projectos de sensores inteligentes, implementados por cada grupo de trabalho ao longo do semestre lectivo.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment): *Master classes for theoretical presentation of the program contents using audiovisual media. Theoretical-practical classes to demonstrate various concepts taught in lectures and laboratory classes, for implementation and presentation of the partial results of smart sensor projects, implemented by each working group throughout the semester.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *A metodologia de ensino adoptada procura envolver o aluno no processo de aprendizagem através da realização de um pequeno projecto de sensor inteligente cuja evolução é acompanhada e avaliada em diversas fases ao longo do semestre. Para implementar esse projecto o aluno terá de utilizar as competências técnicas adquiridas na disciplina e desenvolver competências de auto-aprendizagem, trabalho em grupo e gestão de projecto necessárias à boa execução do trabalho.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The teaching methodology adopted seeks to involve students in the learning process by proposing the project of a smart sensor whose progress is monitored and evaluated in various stages throughout the semester. To implement this project the student will have to use the expertise acquired in the course and develop self-learning skills and teamwork and project management skills in order to properly carry-out the work.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Bibliografia principal:*

- Jacob Fraser, "Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications", 5th ed. Springer, 2016.
- Lino Marques, "Manual laboratorial de Sensores Inteligentes", Universidade de Coimbra, 2018.
- Lino Marques, "Slides de suporte às aulas de sensores inteligentes", 2007-2018.

*Bibliografia complementar:*

- Frank, Randy, "Understanding smart sensors", 3rd ed. Artech House, 2013.
- Ramón Pallás-Areny, John G. Webster, "Sensors and Signal Conditioning", 2nd ed, John Wiley & Sons, 2000.
- John P Bentley, "Principles of Measurement Systems", 4th ed, Pearson, 2005.
- Walt Kester, et al, "Sensor Signal Conditioning", Analog Devices, 2002. (online: [www.analog.com](http://www.analog.com))
- Mark Johnson, "Photodetection and Measurement: Maximizing Performance in Optical Systems", McGraw-Hill, 2003.
- Lucio Di Jasio, "Programming 16-Bit PIC Microcontrollers in C: Learning to Fly the PIC 24", 2nd ed. Newnes, 2011.

## 4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

---

### 4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

*As metodologias de ensino e didáticas seguidas no plano de estudos estimulam os alunos com a aquisição de informação e de conhecimentos, com a reflexão crítica e com a pluralidade de técnicas científicas e tecnológicas desenvolvidas. Isto contribui para atingir os objetivos das unidades curriculares do plano de estudos ao reforçar a aprendizagem dos conteúdos e as capacidades do exercício prático das respetivas competências. Estas são desenvolvidas e testadas nas aulas laboratoriais das diferentes unidades curriculares.*

*As metodologias são aplicadas com a flexibilidade necessária ao conhecimento anterior dos estudantes, de modo a colmatar as eventuais lacunas e permitir uma continuidade da aquisição de conhecimentos.*

### 4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

*The methodologies of teaching and didactics followed in the curriculum stimulate the students with the acquisition of information and knowledge, with the critical reflection and with the plurality of scientific and technological techniques developed. This contributes to achieving the objectives of curricular units of the curriculum by reinforcing the learning of content and the practical skills of their respective competences. These are developed and tested in the laboratory classes of the different curricular units.*

*The methodologies are applied with the necessary flexibility to the previous knowledge of the students, in order to fill any gaps and allow a continuity of the acquisition of knowledge.*

### 4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

*As formas de verificação da correspondência entre a carga média de trabalho necessária aos estudantes e o valor estimado em ECTS são os resultados dos inquéritos aos estudantes, os dados dos relatórios da unidade curricular e dos responsáveis de unidade curricular analisados pelo coordenador em conjunto com as reuniões de docentes do curso, do coordenador do curso e de estudantes.*

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

*The ways of verifying the correspondence between the average workload required from students and the estimated value in ECTS are the results of the surveys to students and the curricular unit final reports, as well as curricular unit responsible reports analyzed by the coordinator in conjunction with the meetings with teachers, course coordinator and students.*

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

*A garantia da correspondência dos métodos de avaliação com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular é implementada com o recurso aos diferentes elementos de avaliação adotados tais como o desempenho e a participação dos estudantes nas aulas, a realização de testes, a apresentação de trabalhos, apresentações públicas e exames.*

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

*The means to ensure the correspondence of the evaluation methods with the learning objectives of the curricular unit are implemented by the use of diverse adopted assessment elements such as the students' performance and participation in class as well as in tests, presentations, papers and exams.*

### 4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

*As metodologias de ensino adotadas estimulam a criação de hábitos de investigação, reflexão e debate, os quais são complementados com a realização de trabalhos de estudo e análise, bem como apresentações orais, favorecendo a aquisição das competências e ferramentas indispensáveis ao desenvolvimento de atividades científicas.*

### 4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

*The adopted teaching methodologies foster the creation of scientific research habits, reflection and debate, which are complemented with study and analysis, as well as oral presentations, favoring the acquisition of skills and tools necessary to scientific activities development.*

## 4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

---



**4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:**

*Nos termos do disposto no número 1 do artigo 18º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março, na sua redação atual, “o ciclo de estudos conducente ao grau de mestre tem 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida ente três a quatro semestres curriculares de trabalho dos alunos”. Tendo por base este artigo, decidiu-se que o Mestrado será em regime semestral, com a duração de 4 semestres letivos, num total de 120 ETCS. Esta escolha vai ao encontro da estrutura curricular prevista para os demais graus de mestrado do Departamento de Física e da generalidade dos mestrados da FCTUC, o que permite uma otimização dos recursos materiais e humanos (corpo docente), bem como a partilha de unidades curriculares com os referidos cursos.*

**4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:**

*Following the provisions of paragraph 1 of article 18 of Decree-Law no. 74/2006 of March 24, in its current wording “the Cycle of Studies leading to the master’s degree must have between 90 and 120 credits and a normal duration comprised between three and four semesters of student work”. Based on this article, it was decided that the master’s degree should be organized in semesters, with a duration of 4 academic semesters, with a total of 120 ETCS. This choice is in line with the curricular structure of the other Masters of the Physics Department and most of the Masters of FCTUC, which allows an optimization of the material and human resources (faculty staff), as well as the sharing of courses with those programs.*

**4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:**

*Utilizaram-se os resultados dos inquéritos pedagógicos, levados a cabo pela Universidade de Coimbra, e a troca de impressões tida em contextos informais estabelecidos entre docentes e estudantes no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica para obter a adequação do número de ECTS das unidades curriculares.*

**4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:**

*The results of the pedagogical surveys, carried out by the University of Coimbra, and the informal contacts established between teachers and students in the scope of the Integrated Master in Biomedical Engineering were used to obtain the appropriate ECTS credits of each course.*

## 4.7. Observações

**4.7. Observações:**

*Para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica (MEB) é necessário completar 120 ECTS, incluindo a elaboração e defesa pública de um trabalho original de Projeto de Mestrado, resultado de um projeto de investigação. O projeto tem características de investigação, de desenvolvimento e inovação tecnológica e/ou de resolução de problemas tecnológicos, refletindo a formação multidisciplinar obtida neste Mestrado. Pode decorrer em ambiente clínico, industrial ou académico (em laboratórios e centros de investigação, ligados ou não a Universidades), em contexto de investigação ou de inovação de carácter aplicado ou tecnológico (em qualquer dos casos existe sempre um orientador ligado à Universidade de Coimbra). Em todas as circunstâncias o Projeto será orientado para um tema de investigação científica ou tecnológica na área da Engenharia Biomédica, seja a melhoria da solução existente para um problema identificado ou uma aplicação prática inovadora nesta área.*

*Na lecionação do curso participam outras Unidades Orgânicas da Universidade de Coimbra, a Faculdade de Medicina e o ICNAS, e esta participação tem como objetivo principal a excelência da formação ao permitir que os seus docentes, investigadores e especialistas lecionem unidades curriculares ou módulos específicos de unidades curriculares da MEB, bem como a orientação de projetos de investigação e dissertações de Mestrado.*

*O Mestrado em Engenharia Biomédica não inclui estágio, mas estão disponíveis estágios de verão, de frequência voluntária, em unidades de investigação, clínicas e empresas, para os alunos interessados em aprofundar os seus conhecimentos em áreas específicas ou em contactar com a realidade do mundo profissional.*

*Todos os anos a Coordenação do Mestrado irá definir a lista das disciplinas opcionais que estarão disponíveis no ano letivo seguinte. O estudante poderá inscrever-se em unidades curriculares optativas, num total de 12 ECTS, de entre as disciplinas do segundo ciclo ministradas na UC, através da regra de lista aberta. A inscrição fica sujeita a aprovação pela coordenação do ciclo de estudos.*

**4.7. Observations:**

*To obtain a Master’s Degree in Biomedical Engineering (MEB) it is necessary to complete 120 ECTS, including the preparation and public defense of an original Master’s dissertation, the result of a research project. The project has characteristics of research, of development and technological innovation and/or technological problem solving, reflecting the multidisciplinary training obtained in this Master’s Degree. It can be carried out in clinical, industrial or*

*academic environment (in laboratories and research centers, linked or not to Universities), in a research or innovation context of applied or technological character (in any case there is always a supervisor connected to the University of Coimbra). In all circumstances, the Project will be oriented to a scientific or technological research topic in Biomedical Engineering, be it the improvement of the existing solution to an identified problem or an innovative practical application in this area.*

*Another Organic Units of the University of Coimbra, the Faculty of Medicine and ICNAS, participate in teaching courses of the MEB, and this participation has as its main objective the excellence of training by allowing its teachers, researchers and specialists to teach curricular units or specific modules of MEB curricular units, as well as the orientation of research projects and master's dissertations*

*The Master in Biomedical Engineering does not include internships but just summer internships, with voluntary attendance, available on research units, clinics and companies for students interested in deepening their knowledge in specific areas or in a contact with the reality of the professional world.*

*Each year the Master Coordination will define the list of optional curricular units that will be available in the following year. The student will be able to enroll in optional curricular units, for a total of 12 ECTS, among the subjects of the second cycle taught at UC, through the rule of open list. Registration is subject to approval by the study cycle coordination.*

## 5. Corpo Docente

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

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

*João Carlos Lopes de Carvalho, Doutorado, Professor Associado com Agregação, tempo integral*

*João Manuel Rendeiro Cardoso, Doutorado, Professor Auxiliar, tempo integral*

### 5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

#### 5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação / Information
Maria Manuela Monteiro Grazina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno António Marques Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências e Tecnologias da Informação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Maria Garcia Agostinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biologia (Biologia Celular)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando Pedro Martins Bernardo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Processos Químicos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Nuno Bizarro e Silva Laranjeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências e Tecnologias da Informação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Miguel Machado Lopes Macedo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Isabel Maria Marques Carreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Genética	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Salomé dos Santos Pires Lourenço	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário Alberto da Costa Zenha Rela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Hermínio José Cipriano de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química - Especialidade de Química-Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Fernando Pereira de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Ernesto Jorge Fernandes Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joaquim Norberto Cardoso Pires da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica (Automação e Robótica)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Joana Lima Barbosa de Melo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biomedicina	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cláudia Maria Fragão Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biologia Celular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Manuel dos Santos Rocha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno David de Sousa Chichorro da Fonseca Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula da Fonseca Piedade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rodrigo Pinto dos Santos Antunes da Cunha	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Custódio Francisco de Melo Loureiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Tecnológica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Margarida Catalão Almiro e Castro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica; sub-area de Bioquímica Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Frederico de Gusmao Campos Gerales	Professor Catedrático convidado ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando Jorge Penousal Martins Machado	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática - Inteligência Artificial	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel de Sá e Sousa de Castelo Branco	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Medicina	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sandra Isabel Morais de Almeida Costa Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia Celular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuela Ramos Marques da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Margarida Coelho Abrantes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciências da Saúde	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Aguiar dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Albano Augusto Cavaleiro Rodrigues de Carvalho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Carvalho Rego	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biologia Celular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Bruno Miguel Brás Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Nuno San-Bento Furtado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Manuel Oliveira Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joel Perdiz Arrais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Henriques da Cunha Abreu	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Bernardete Martins Ribeiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica, Especialidade de Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jaime Baptista dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário João Simões Ferreira dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Pedro Pinto de Carvalho e Paiva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Alberto Henggeler de Carvalho Antunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Lino José Forte Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Jorge Carvalho Menezes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Pedro Duarte Cortesão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Arménio Coimbra Serra	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cristina Maria Gonçalves dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica, especialidade Ciência dos Materiais, aprovação por unanimidade de distinção e louvor.	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Lino da Silva Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Bioengenharia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Paula Matos Marques Catarro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Dourado Pereira Correia	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra (CISUC)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Miguel Lino Santos Morgado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física (especialidade Física Tecnológica)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Filomena Rabaça Roque Botelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Medicina	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Isabel Silva Ferreira Lopes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Rendeiro Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física - ramo de Física Tecnológica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Alexandre Vieira Crespo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Afonso Cardoso Landeck	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física, Instrumentação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Davide Martins Travasso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos Lopes de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Fernando Jordão Coelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Saúde	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandre Miguel Ferreira Lindote	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Isabel da Silva Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Mahmoud Tavakoli	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Automation and Robotics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Gorete Ferreira Sales	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química Analítica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Cristina Nunes Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Patricia de Jesus Pinto Alves	Investigador	Doutor		Processos Químicos	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria José Braga Marques Ribeiro	Investigador	Doutor		Neurociências, Biologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Carvalho Pedroso de Lima	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Medicina Interna - Medicina Nuclear	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
					<b>6470</b>	

<sem resposta>

#### 5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

##### 5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

###### 5.4.1.1. Número total de docentes.

67

###### 5.4.1.2. Número total de ETI.

64.7

##### 5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

###### 5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.\* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.\*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	63	97.372488408037

##### 5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

###### 5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor\* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD\*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	64.7	100

##### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

###### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*

Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	53.7	82.998454404946	64.7
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	64.7

#### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

##### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	58	89.644513137558	64.7
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	64.7

#### Pergunta 5.5. e 5.6.

##### 5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra”. A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.*

*O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.*

*Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.*

##### 5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

*The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the “UC’s Regulation for Teacher Performance Evaluation”. This regulation establishes the mechanisms to identify the teacher performance goals for each evaluation period. It clearly states the institution’s vision across its different levels and simultaneously outlines a clear reference board to value the teachers’ activities with the goal of improving their performance. At UC teachers’ performance evaluation is carried out over three-year periods and takes into account four pillars: research; teaching; knowledge transfer and enhancement; university management and other tasks.*

*Before a new evaluation cycle, each OU identifies for its subject areas a set of parameters that define the new teacher performance goals and their components, thus ensuring the continuous updating of this process.*

##### 5.6. Observações:

<sem resposta>

##### 5.6. Observations:

<no answer>

## 6. Pessoal Não Docente

### 6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

*As aulas do Mestrado em Engenharia Biomédica (MEB) têm lugar em 8 departamentos da FCTUC e ainda na Faculdade de Medicina e no ICNAS – Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde da Universidade de Coimbra. Em cada um*

*destes locais existe pessoal não docente que dá apoio às aulas do MEB.*

*No Departamento de Física, responsável por coordenar o MEB, o quadro de pessoal não docente tem 11 funcionários em regime de dedicação exclusiva. Todos eles estão afetos aos ciclos de estudos lecionados no DF, que incluem o MEB.*

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

*The Master in Biomedical Engineering (MEB) classes take place in 8 departments of FCTUC, in the Faculty of Medicine and in ICNAS - Institute of Nuclear Sciences Applied to Health of the University of Coimbra. In each of these places there is nonacademic staff that supports MEB classes.*

*In the Department of Physics, responsible for coordinating the MEB, non-teaching staff includes 11 employees under permanent contract. They are all assigned to the study cycles coordinated by the DF, which includes the MEB.*

#### 6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leção do ciclo de estudos.

*No Departamento de Física, responsável por coordenar o MEB, o quadro de pessoal não docente tem 11 funcionários em regime de dedicação exclusiva: um doutorado, 3 licenciados, três com o 12.º ano de escolaridade e os restantes 4 com qualificações inferiores ao 12º ano de escolaridade. Todos eles estão afetos aos ciclos de estudos lecionados no DF, que incluem o MEB.*

#### 6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

*In the Department of Physics, responsible for coordinating the MEB, non-teaching staff includes 11 employees under permanent contract: a PhD holder, 3 graduates, three with 12th grade, and the remaining four with qualifications lower than the 12th grade. They are all assigned to the study cycles coordinated by the DF, which includes the MEB.*

#### 6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.*

#### 6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

*The University of Coimbra guarantees a performance evaluation of its nonteaching staff in accordance with the provisions of the law that governs the SIADAP that adopted a method of management by objectives, establishing a performance evaluation based on the comparison between established objectives and the obtained results. The evaluation process is biennial and takes place: in meetings with the evaluator, immediate hierarchical superior, for negotiation and contracting of the annual objectives and for communication of the results of the evaluation; and completing an evaluation form. The evaluation aims to identify the staff development potential and to diagnose training needs. For the SIADAP implementation, the process is overseen by the Joint Committee and the Evaluation Coordinating Council.*

## 7. Instalações e equipamentos

#### 7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

*As aulas do MEB decorrerão em vários departamentos da FCTUC, na FMUC e no ICNAS. Os alunos utilizarão vários auditórios, anfiteatros, salas de aulas, salas de informática e laboratórios didáticos avançados, como o Laboratório de Ótica e Fotónica Avançada, o Laboratório de Engenharia Biomédica, o Laboratório de Física da Matéria Condensada, o Laboratório de Biofísica da FMUC, o Laboratório de Tecnologia Mecânica e outros.*

*As aulas terão ainda lugar em instalações afetas aos Centros de Investigação com atividade na área da Eng. Biomédica e nas instalações das plataformas tecnológicas comuns da UC como o TAIL - Trace Analysis and Imaging Laboratory, a plataforma de Criogenia e a plataforma Biomed III. Tal sucederá principalmente na unidade curricular de Projeto.*

*Os alunos terão acesso livre às bibliotecas da UC, nomeadamente à Biblioteca de Física e de Química e à Biblioteca das Ciências da Saúde, e ainda ao Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho.*

#### 7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

*The MEB classes will take place in several departments of FCTUC, in FMUC and in ICNAS. The students will use several auditoriums, amphitheatres, classrooms, computer rooms and advanced didactic labs like the Advanced Optics and Photonics lab, the Biomedical Engineering lab; the Condensed Matter Physics lab, the Biophysics lab of FMUC, The Mechanical Technology lab, among others.*

*Classes will also take place in facilities used by the Research Centers with activity in Biomedical Engineering and in facilities belonging to the Shared Technological Platforms of UC like TAIL - Trace Analysis and Imaging Laboratory, the Cryogenic platform and the Biomed III platform. This will happen mainly in the curricular unit "Project".*

*The students will have free access to the UC libraries, namely the Library of Physics and Chemistry and the Library of Health Sciences, and to the Rómulo Ciência Viva Center of UC.*

## 7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

### *Equipamento principal:*

*Computadores em salas de aulas e laboratórios didáticos na FCTUC e na FMUC, projetores vídeo em todas as salas*

*Kits fotónica avançada: Eletro-Ótica; Ótica de Fourier; Lasers (díodo, Nd:YAG, Q-Switch, fibra de Érbio); Comunicações óticas*

*Sistemas de aquisição de dados biomédicos BioPac*

*Sistemas de desenvolvimento para microcontroladores: PIC; Arduino*

*Infraestrutura de imagem médica do ICNAS: câmara PET/CT, câmara PET para mamografia, 2 ciclotrões, 4 hot-cells de radioquímica, PET animal, ressonância humana 3T, ressonância animal 9.4T, EEG de 128 canais, OCT para humanos e animais*

*Plataforma TAIL: Difractómetro raio-X, espectrómetro de massa, microscópios (eletrónico, de infravermelhos, de força atómica, de efeito túnel), fluorescência de raio-X, espectrómetros de radiação alfa e gama*

*Licença de Campus Matlab*

*Tecnologias de informação: Eduroam, Biblioteca do Conhecimento Online b-On, repositório Estudo Geral*

*Equipamento dos Centros de Investigação associados.*

## 7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

### *Main equipment:*

*Computers in classrooms and didactic labs in FCTUC and FMUC, video projectors in every classroom*

*Advanced photonics kits: Electro-Optics; Fourier Optics; Lasers (diode, Nd:YAG, Q-Switch, Erbium fiber); Optical communications*

*Biomedical data acquisition systems BioPac*

*Development systems for microcontrollers: PIC; Arduino*

*Medical image infrastructure of ICNAS: PET/CT scanner, PET scanner for mammography, 2 cyclotrons, 4 radiochemistry hot-cells, animal PET, human MRI scanner 3T, animal MRI scanner 9.4T, 128-channels EEG, human and animal OCT*

*TAIL platform: X-ray diffractometer, mass spectrometer, microscopes (electron, infrared, atomic force, tunneling), X-ray fluorescence, alpha and gamma radiation spectrometers*

*Campus license Matlab*

*Information technologies: Eduroam, Online Library of Knowledge b-On, "Estudo Geral" repository*

*Equipment from the associated Research Centers.*

## 8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

### 8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra, Univ. de Lisboa Univ. do Minho / Univ. of Coimbra, Univ. of Lisbon, Univ. of Minho	2.2	



Coimbra Institute for Biomedical Imaging and Translational Research (CIBIT)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	4.3
Centro de Química da Universidade de Coimbra (CQUC)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	2
Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra (CISUC)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	15
Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMMPRE)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	8
Instituto de Sistemas e Robótica de Coimbra (ISR-UC)	Excelente/Excellent	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	4
Centro de Engenharia Biológica (CEB)	Excelente/Excellent	Univ. do Minho / Univ. of Minho	1
Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFisUC)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	3
Centro de Inovação em Biomedicina e Biotecnologia (CIBB) (consórcio CNC/iCBR)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	15
Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física das Radiações (LIBPhys)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra, Univ. Nova de Lisboa, Univ. de Lisboa / Univ. of Coimbra, New Univ. of Lisbon, Univ. of Lisbon	3
Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (CIEPQPF)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	4.2
Instituto de Engenharia de Sistema e Computadores de Coimbra (INESC)	Bom/Good	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	1
Unidade de I&D “Química-Física Molecular” (QFM-UC)	Bom/Good	Univ. de Coimbra / Univ. of Coimbra	1

## Pergunta 8.2. a 8.4.

**8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/ec065c7b-edaa-4fe1-f902-5e84aa100dce>

**8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/ec065c7b-edaa-4fe1-f902-5e84aa100dce>

**8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.**

**Projetos (amostra)**

**FCT-SAICT**

**28039-A imagem não-invasiva por tomografia de coerência ótica na doença neurodegenerativa: da retina animal ao cérebro humano.**

**28758-Desenvolvimento de um dispositivo médico baseado em ultrassons para caracterização objetiva da catarata.**

**30295-Imagiologia de detetor de pixel único para medições de tempo de vida de fosforescência em marcadores biomédicos.**

**31784-Eletrónica Epidérmica e Vestível para Biomonitorização**

**32162-Elastografia de Coerência Ótica para imagiologia das propriedades mecânicas da retina**

**32625-Métodos verdes para preparar aerogel esterilizado à base de biopolímeros**

**STIPED-Non-Invasive Brain Stimulation in Pediatric Neuropsychiatric Disorders**

**H2020-825572-Wearable Electronics for Effective Lung Monitoring**

**Parcerias/Consórcios**

**European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences**

**Brain Imaging Network**

**European Clinical Research Infrastructure Network**

**EATRIS-European Infrastructure for Translational Medicine**

**8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural**

and artistic activities developed in the area of the study programme.

*Projects (sample)*

**FCT-SAICT**

**28039-Non-invasive optical coherence tomography towards the imaging of the neurodegenerative disease: from the animal retina to the human brain**

**28758-Development of a medical device based on ultrasounds for objective cataract characterization and optimal phacoemulsification energy evaluation**

**30295-Single Pixel Imaging for phosphorescence lifetime measurements in biomedical markers.**

**31784-Electronic Skin over Epidermis for wearable bio-monitoring**

**32162-Optical Coherence Elastography for imaging retina mechanical properties**

**32625-Green method to prepare sterilized biopolymer-based aerogels**

**STIPED–Non-Invasive Brain Stimulation in Pediatric Neuropsychiatric Disorders**

**H2020-825572-Wearable Electronics for Effective Lung Monitoring**

**Partnerships/Consortia**

**European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences**

**Brain Imaging Network**

**European Clinical Research Infrastructure Network**

**EATRIS-European Infrastructure for Translational Medicine**

## 9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

*Este mestrado constitui a etapa principal da formação específica e profissionalizante de um Mestre em Engenharia Biomédica seguindo um processo de aquisição de competências definidas pelos descritores de Dublin. Os mestres em EB deverão ser o garante de uma comunicação clara e objetiva com os profissionais clínicos, envolvendo não apenas aspetos técnicos e científicos, mas também sociais e éticos. O grau de mestre pressupõe a capacidade de aplicação de conhecimentos técnicos e científicos complexos a situações novas de forma eficiente e autónoma. Os principais domínios de empregabilidade são os sectores da saúde ligados à indústria, serviços e investigação. Os mestres em EB podem também desempenhar funções especializadas no sector clínico e hospitalar, onde a tutela assume a necessidade do reforço da oferta profissional, em especial na promoção do SNS. A taxa oficial de desemprego do atual mestrado integrado é inferior a 3% (abaixo da média geral de recém-diplomados de 3,4%).*

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

*This Master's is the keystone in the training and professional formation of a Biomedical Engineer following the guidelines defined by the Dublin descriptors. The MSc graduates should be the stronghold of clear and objective communication with clinical professionals, involving not only technical and scientific aspects, but also social and ethical. The master's degree assumes the student's ability to apply complex technical and scientific knowledge to new situations in an efficient and autonomous way. The main professional employment domains are health related sectors such as industry, services and research. The master's graduates can also perform specialized tasks in the clinical and hospital sector, where the National administration officially recognizes the urge for Biomedical Engineers as a need to promote the National Health System (SNS). The current official unemployment rate for this course is less than 3% (below the overall average of 3.4% for recent graduates).*

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

*A capacidade de atração de estudantes no segundo ciclo de EB prevê-se elevada, sendo expectável que a totalidade das vagas seja preenchida. O histórico de admissão no, até agora, Mestrado Integrado (MIEB) revela alunos inscritos em primeira escolha, com médias de admissão acima dos 17 valores e, como tal, fortemente motivados para a escolha de formação profissionalizante em Engenharia Biomédica da UC. A forte ligação institucional ativa da UC com unidades do sector clínico da região (CHUC, ICNAS, e diversas unidades clínicas privadas), e a existência de novas empresas na área Biomédica ligadas ao Instituto Pedro Nunes (incubadora de empresas da UC) e ao Biotech-UC, levam a uma grande visibilidade e qualidade da formação proporcionada pela UC neste domínio. Na realidade, há um forte potencial de atração de estudantes de primeiro ciclo de outras instituições da região centro, e de outras licenciaturas, assim como de estudantes estrangeiros (principalmente Espanha e Brasil).*

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

*The ability to attract students is expected to be quite high according to the historical record of students admitted to the Integrated Master's course. The observed strong demand allows to foresee that the total number of places will be filled out. This course is one of the most sought for the Faculty of Science and Technology, with an average admission grade consistently above 17 and as a first choice. The strong active institutional link of the UC with units in the clinical sector*

*of the region (CHUC, ICNAS, and several private clinical units), and the existence of new companies in the Biomedical area linked to the Pedro Nunes Institute (business incubator of UC) and to Biotech-UC, lead to a high visibility and quality of training provided by the UC in this field. In fact, there's a strong potential for attracting first cycle students from other institutions in the region, from this and from other undergraduate degrees, as well as foreign students (mainly from Spain and Brazil).*

**9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:**

*Não existem parcerias com outras Instituições de Ensino Superior da Região. Contudo, existem parcerias, na forma de protocolos de colaboração clínica formativa, entre unidades orgânicas da Faculdade de Ciências Tecnologia e diversas instituições que prestam serviços médicos com destaque para o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC), o hospital de referência da Região Centro de Portugal.*

**9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:**

*There are no partnerships with other High Education Institutions in the region. However, there are partnerships, in the form of protocols of clinical collaboration, between Research Units of the Faculty of Sciences and Technology and several Institutions that provide medical services with emphasis to the Coimbra Hospital and University Center (CHUC), the reference hospital of the Central Region of Portugal.*

## **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:**

*O panorama no Espaço Europeu é relativamente heterogéneo no que respeita à estrutura, extensão e organização curricular dos cursos de Engenharia Biomédica. O projeto BIOMEDEA, lançado a nível europeu por diversas instituições e sociedades, pretendeu estabelecer um consenso a nível europeu quanto à harmonização dos planos curriculares dos cursos de MEB e dos critérios para a acreditação e certificação dos programas de MEB, na Europa, de modo a permitir a mobilidade transnacional a nível dos cursos, dos estágios e dos empregos. Relativamente à licenciatura sobressaem 4 cursos de referência no espaço Europeu: da Universidade de Berna (Suíça), a Universidade Técnica de Eindhoven (Holanda), da Universidade de Ciências Aplicadas de Aachen (Alemanha) e Universidade de Pádua (Itália).*

**10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:**

*The panorama in the European Area is relatively heterogeneous considering the structure, extension and curricular organization of Biomedical Engineering degrees. The BIOMEDEA project, which was promoted at European level by various institutions and societies, sought to establish a European consensus on the harmonization for the degrees of MEB curricula and the criteria for accreditation and certification of MEB program throughout in Europe, in order to enable transnational mobility at the level of individual courses, traineeships and jobs. There are 4 reference degrees: from the University of Bern (Switzerland), the University of Eindhoven (Netherlands), the University of Applied Sciences of Aachen (Germany) and the University of Padova (Italy).*

**10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:**

*As directivas de harmonização de planos curriculares e de critérios para a acreditação e certificação dos programas de EBIOM estabelecidos pelo projecto BIOMEDEA (IFMBE - International Federation for Medical and Biological Eng.), permitem identificar programas europeus de referência. Praticamente todos os MSc em EBIOM contêm 4 semestres em áreas de especialização que incluem biomecânica, implantes eletrónicos e imagiologia (U. Berna), medicina regenerativa, biomecânica e imagiologia (U. Técnica de Eindhoven), engenharia de tecidos, imagiologia ou dispositivos implantáveis (U. de Ciências Aplicadas de Aachen) ou biomateriais, equipamento biomédico, implantes e bioinformática (U. Padova), para citar algumas das mais relevantes. Todos estes mestrados estão estruturados enquanto graus independentes da licenciatura. Nos 4 exemplos existe uma forte ligação com um parceiro da área da Medicina, como aliás é o caso dos graus da FCTUC e em particular no Mestrado em Engenharia Biomédica.*

**10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:**

*The BIOMEDEA project (IFMBE - International Federation for Medical and Biological Engineering) established guidelines for the harmonization of curricula, as well as the criteria for accreditation/certification of EBIOM, which allows to identify some reference Master degrees. Almost all the EBIOM MSc consist of 4 semesters with a 30 ECTS final project (1 or 2 semesters) in diverse specialization areas that include biomechanics, electronic implants and imaging (Univ. Bern), regenerative medicine, biomechanics and imaging (Eindhoven Technical University), tissue engineering,*

*imaging or implantable devices (Aachen Univ. of Applied Sciences), and biomaterials, biomedical equipment, implants and bioinformatics (Univ. Padova). These Master's degrees are organized independently of the respective graduation degree. In all 4 cases, there's always a strong connection with a partner in the medical field, similarly to the case with the FCTUC degrees, particularly in Biomedical Engineering.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

---

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

### 11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

---

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

### 11.4. Orientadores cooperantes

---

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

- *Corpo docente associado ao plano de estudos de elevado mérito, com um registo excelente de investigação, proporcionando um ensino de excelência em domínios avançados da Engenharia Biomédica.*
- *Estreita colaboração com diversas instituições do sector da saúde (públicas e privadas), na forma de protocolos de colaboração formativa e projetos de investigação.*
- *Existência de centros de investigação em Física e Engenharia (incluindo Engenharia Biomédica e Física Médica) com elevado prestígio internacional e excelente produtividade científica e que acolhem os docentes do CE como membros integrados.*
- *Grande atratividade da área de Engenharia Biomédica, com todas as vagas disponibilizadas a serem sempre preenchidas, com médias de admissão acima dos 17 valores .*
- *Carácter multidisciplinar e interdisciplinar do programa de estudos, que envolve vários departamentos da Faculdade de Ciência e tecnologia da UC e ainda a Faculdade de Medicina da UC e o ICNAS-Instituto de Ciências Nucleares aplicadas à Saúde da UC.*

### 12.1. Strengths:

- *Faculty associated with the study plan of high merit, with an excellent research track, providing excellent teaching in advanced fields of Biomedical Engineering.*
- *Close collaboration with several institutions of the Health sector (both public and private) as research protocols, projects and training activities.*
- *Existence of research centers in Physics and Engineering (including Biomedical Engineering and Medical Physics) with high international prestige and excellent scientific productivity where the faculty members associated with the study program are integrated members.*
- *High attractiveness of the Biomedical Engineering field, with all positions filled in the past years, with admitted students having high average scores (above 17/20).*
- *Multidisciplinary and interdisciplinary study program, which involves several departments of the Faculty of Science and Technology of UC and also the Faculty of Medicine of UC and the ICNAS-Institute of Nuclear Sciences Applied to Health of UC.*

### 12.2. Pontos fracos:

- *Carência de pessoal técnico para apoio às aulas laboratoriais.*
- *Necessidade de incrementar a participação de docentes de perfil clínico, nomeadamente clínicos do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, nas disciplinas do MEB.*

### 12.2. Weaknesses:

- *Lack of technical staff for laboratory classes support.*
- *Need to increase the participation of academic staff with clinical background, namely clinical staff associated with Coimbra University Hospital, in the curricular units of MEB.*

### 12.3. Oportunidades:

- *Prestígio adquirido pelo atual Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica (MIEB) que tem tido sido capaz de atrair candidatos de elevada qualidade e fortemente motivados que procuram uma formação de 5 anos (1º e 2º ciclo).*
- *A distinção de Coimbra pela União Europeia com a classificação de cidade e região referência para o Envelhecimento Ativo e Saudável abriu oportunidades de melhoria e de financiamento para o cluster da saúde em Coimbra, onde a EB pode assumir um papel relevante.*
- *A separação de Mestrado Integrado em 2 graus distintos pode cativar alunos de outros cursos de licenciatura, desta ou de outras instituições, para frequentar o mestrado em Engenharia Biomédica.*
- *Forte expansão a nível nacional das Indústrias da Saúde, designadamente em Coimbra.*
- *Necessidade de reorganizar o Sistema Nacional de Saúde de modo a aumentar a sua eficiência e a controlar a despesa, o que poderá implicar um maior recurso a soluções de Engenharia Biomédica.*

### 12.3. Opportunities:

- *The prestige of the current Integrated Master in Biomedical Engineering (MIEB) which has been able to attract high quality candidates, with strong motivation, seeking for a 5-year training (1st and 2nd cycles programs).*
- *The classification, by the European Union, of the Coimbra region as a European reference site for active and healthy ageing opens possibilities, funding and improvement opportunities for the Coimbra's Health Cluster, where the Biomedical Engineering program may assume a relevant role.*
- *The separation of Integrated master's degree into 2 distinct degrees can attract students from other undergraduate*

*courses, from this or other institutions, to attend the Master in Biomedical Engineering.*

*- Strong expansion on the Health Industries in Portugal, namely in Coimbra.*

*- Need to reorganize the National Health System, improving its efficiency and controlling the costs, which may imply an increase in the adoption of Biomedical Engineering solutions.*

#### 12.4. Constrangimentos:

*- Envelhecimento do corpo docente da Universidade de Coimbra, com idade média acima de 50 anos .*

*- Dispersão das aulas de Mestrado por vários departamentos da FCTUC e ainda da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, que causa dificuldades logísticas, nomeadamente a falta de transportes públicos rápidos e a organização de horários compatíveis para todas as disciplinas opcionais disponíveis.*

*- Material de laboratório numeroso e diversificado, mas a necessitar de permanente atualização e manutenção, limitada pela falta de verbas .*

*- Criação de cursos similares noutras instituições de ensino superior universitário e politécnico.*

*- Aumento da atratividade das universidades localizadas nas zonas metropolitanas de Lisboa e Porto, junto da indústria instalada e oportunidades de financiamento.*

*- Redução da taxa de natalidade em Portugal e na Região Centro com impacto na redução da procura do ensino superior.*

#### 12.4. Threats:

*- Clear ageing of academic staff on the University of Coimbra, with average age above 50 years.*

*- The MEB program involves classes in almost all Departments of FCTUC and also in the Faculty of Medicine of the University of Coimbra, which causes logistic difficulties, namely the lack of fast public transport and the organization of compatible timetables for all optional subjects available.*

*- Numerous and diverse laboratory material, but in need of permanent updating and maintenance, limited by the lack of funds.*

*- Creation of similar programs in other universities.*

*- Increasing attractivity of universities located in the metropolitan areas of Lisbon and Porto, close to industrial companies and funding opportunities.*

*- Decrease of the birth rate in Portugal and, in particular, in the Centre Region, resulting in a lower number of students seeking admission at the universities.*

#### 12.5. Conclusões:

*Da análise SWOT resulta claramente que existe um conjunto de oportunidades que justificam a existência do mestrado em Engenharia Biomédica. Trata-se de uma especialização com forte procura por parte de estudantes de muito elevada qualidade. As atuais médias de admissão do mestrado integrado situam-se consistentemente acima dos 16 valores, sendo a média dos alunos colocados acima dos 17 valores. Este grau de desempenho mantém-se ao longo do percurso letivo do mestrado integrado, evidenciando a forte motivação dos alunos colocados. Deste modo é possível antever a continuação do sucesso da aposta do DF nos graus da área Biomédica (tanto de licenciatura como de mestrado). Enquanto Mestrado Integrado, o curso tem vindo a observar uma ligeira diminuição da procura, resultante da criação de novos programas similares a nível regional e nacional. Contudo, os alunos admitidos procuram-no agora destacadamente em primeira opção, sendo residual a colocação de alunos não vocacionados diretamente para este curso. É de realçar que existe a importante oportunidade de captar licenciados em Engenharia Biomédica de outras instituições (Universidades e Politécnicos ). O aumento dos custos dos cuidados de saúde levará naturalmente à procura de soluções inovadoras mais eficazes, para as quais a Engenharia Biomédica dará uma relevante contribuição. O mestrado é aberto aos outros departamentos e faculdades, de onde se destaca a Faculdade de Medicina, e mantém uma estreita relação com empresas do sector da saúde na região. A diversidade e qualidade do seu corpo docente, com elementos de grande parte dos departamentos da Faculdade de Ciências e Tecnologia e da Faculdade de Medicina, confere-lhe multidisciplinaridade e prepara os alunos para o contacto eficaz com profissionais de áreas distintas, incluindo a clínica. Esta transversalidade culmina na disciplina de Projeto que, à semelhança do que já sucede no final do atual MIEB, será simultaneamente uma disciplina integradora e uma oportunidade para o contacto com outros departamentos e empresas.*

*O mestrado em EB é coordenado pelo Departamento de Física (DF) da UC. O DF tem uma já longa história de investigação e desenvolvimento na área da Instrumentação, Física da Radiação e dos Detetores, e mais recentemente também na área de Biomédica, com três unidades de investigação de excelência. Para além da EB, o DF é ainda responsável pela coordenação dos cursos de Física e Engenharia Física. A coordenação ausculta regularmente instituições externas à Universidade de Coimbra (empresas e unidades hospitalares) e os Laboratórios Associados e Centros de Investigação Biomédica de excelência associados à Universidade de Coimbra de forma a recolher informação sobre o desempenho dos ciclos de estudos. Desde 2012/2013 é organizada uma reunião semestral entre a coordenação do curso e os estudantes, onde são debatidos problemas e assuntos relacionados com o funcionamento do curso de Engenharia Biomédica.*

#### 12.5. Conclusions:

*From the SWOT analysis there is a set of opportunities that justifies the existence of the master's in biomedical engineering. This is a specialization with strong demand from highly qualified students. This course is one of the most sought in the Faculty of Science and Technology, with admission grades above 16 (20) and with average admitted*

**students grades consistently above 17 (20). This level of student's performance is kept throughout the course of the integrated masters, highlighting the strong motivation of the admitted students. It is, therefore, possible to foresee the continued success of the DF's bet on Biomedical degrees (both undergraduate and masters). As an Integrated Master, the course has seen a slight decrease in demand, resulting from the creation of new similar programs at regional and national level. However, the admitted students are now selecting it as a first choice, with only a residual percentage of second, and higher, course choices. It is noteworthy to point out that there is an important opportunity to secure Biomedical Engineering graduates from other institutions (Universities and Polytechnics). The increase in health care costs will naturally lead to the search for more effective and innovative solutions, to which Biomedical Engineering will make a relevant contribution.**

**The master's degree is naturally open to other departments and faculties, including a strong liaison with the Faculty of Medicine, and keeps a close relationship with healthcare companies in the region. The diversity and quality of the teaching staff, with elements from most departments of the Faculty of Science and Technology and the Faculty of Medicine, gives it a multidisciplinary character and prepares students for effective contact with professionals from different fields, including the clinic. This transversal nature culminates in the Project discipline, which, like what happens at the end of the current MIEB, will be both a knowledge integration discipline and an opportunity for directly contact with other departments and companies.**

**The master's degree in EBIOM is coordinated by the Physics Department (DF) of UC. DF has a long history of research and development in the fields of Instrumentation, Radiation Physics and Detectors, and more recently also in the field of Biomedical Engineering, with three highly ranked research units. In addition to EBIOM, DF is also responsible for coordinating Physics and Physical Engineering courses. The EBIOM coordination regularly queries external institutions (companies and hospital units) and the Associated Laboratories and Biomedical Research Centers of excellence, associated with the University of Coimbra, in order to gather information on the performance of the ongoing study cycles. Since 2012/2013, a twice a year meeting is organized, involving the course coordination and the students, where issues related to the operation of the Biomedical Engineering course are discussed.**