

ACEF/1920/1401936 — Guião para a auto-avaliação

I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.

NCE/14/01936

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar

1.3. Data da decisão.

2015-06-18

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).

[2_Justificação alterações sugeridas pela CAE ver16b-resume_PB.pdf](#)

3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?

Não

3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

<no answer>

3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?

Não

3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

<no answer>

4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?

Sim

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

Ambas as escolas incrementaram as capacidades laboratoriais. Na ESTeSL saliente-se a disponibilização da Next generation Sequencing e a atualização dos Labs de Imagiologia, com a remodelação de infraestruturas para diferentes tipologias de aulas e de aquisição de estações de trabalho que permitem

uma interpretação multimodal e recursos de IA de alto nível de precisão, com software de imagem com um conjunto de aplicações para leitura 3D e visualização avançada. No ISEL, é de referir: a atividade em pleno do Lab Eng^a&Saúde com equipamento de ponta em espectroscopia entre outros; o Lab Pharnalab, promovido pela Hovione, de análise de produtos farmacêuticos. O Lab High Leverage Network, promovido pela Alcatel-Lucent, com avançados equipamentos de redes de operador; O Lab EDUNET, promovido pela Phoenix Contact para a área de Automação e Robótica. Os Labs indicados são aplicados para formação e I&D. Os Labs de informática de aulas dos alunos foram modernizados com substituição de 50 máquinas

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

The host institutions (ISEL and ESTeSL) improved their laboratory facilities. At ESTeSL we highlight the upgrade of the Imaging laboratories to accommodate different types of lectures, the acquisition of workstations that allow multimodal interpretation and high precision AI features. The Lab includes imaging software with a suite of applications for 3D reading and advanced viewing. The Next generation Sequencing technology is also available at the Genetic Lab of ESTeSL At ISEL, it is worth mentioning: the Lab Eng^a & Saúde is fully operational with state-of-the-art spectroscopy equipment; Hovione's Lab Pharnalab for pharmaceutical analysis; the High Leverage Network lab, promoted by Alcatel-Lucent, with advanced networking equipment; The EDUNET Lab, promoted by Phoenix Contact in the field of Automation and Robotics. These labs are used for training and R&D. In addition the computing labs were upgraded with 50 workstations and simulation software.

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?

Sim

4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

O ISEL&ESTeSL apresentam diversos protocolos com instituições de Ensino Superior nacionais como FC-UL, FCT-UNL, IST-UL, U. Évora, Egas Moniz, FE-UP, ISEC e ISEP, U. Católica Pt e internacionais para intercâmbio de professores e alunos. É de realçar o elevado nº de protocolos da ESTeSL com instituições de saúde (<https://www.estesl.ipl.pt/comunidade/parcerias-protocolos>). O ISEL apresenta protocolos com a Admin. Reg. Saúde Lx Vale Tejo, H. Amadora Sintra, Inst. Pt. Sangue Transplantação, H.D. Fernando Fonseca e CUF, estando neste momento a serem implementados com IPO, H. Lusíadas, Maloclinic e Catim. Este último protocolo visa incluir sessões de boas práticas de calibração e ensaio de equip. médicos. É de referir a longa lista de colaborações a decorrer no âmbito dos seminários e Teses, como sejam com H. Luz, IPO, H. Particular Almada, H. St Maria, H. Fernando Fonseca, Inst. Pt. Sangue Transplantação, MaloClinic, Fund. Champalimaud, Medtronic, LabFit, GE Health, Glintt, Altran e I-Medical.

4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

ISEL & ESTeSL have made several protocols with national higher education institutions such as FC-UL, FCT-UNL, IST-UL, U. Évora, Egas Moniz, FE-UP, ISEC, ISEP, U. Católica and international exchanges of academic staff and students. It should be highlighted the high number of ESTeSL protocols with healthcare institutions (www.estesl.ipl.pt/community/protocol-protocolos). ISEL has protocols with Admin. Reg. Saúde Lx Vale Tejo, H. Amadora Sintra, Inst. Pt Sangue Transplantação, H.D. Fernando Fonseca and CUF. There also protocols in preparation with IPO, H. Lusíadas, Maloclinic and Catim. The later protocol involves sessions on good practices of calibration of medical equipment. It should be mentioned the long list of collaborations in the scope of seminars and supervision of theses, such as with H. Luz, IPO, H. Particular Almada, H. St Maria, H. Fernando Fonseca, Inst. Pt. Sangue Transplantação, MaloClinic, Fund. Champalimaud, Medtronic, LabFit, GE Health, Glintt, Altran e I-Medical.

4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?

Sim

4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

Ambas as escolas têm vindo a atualizar os labs e equipamentos disponíveis para o ensino, de acordo com o referido no ponto 4.1.1. Para além disso, é de referir a elevada interação com instituições de saúde no apoio no curso de seminários e na colaboração ativa de teses como referido no ponto 2. Os protocolos que a ESTeSL tem com os hospitais tem permitido aos estudantes fazerem visitas e estágios de observação, em ambiente real, para uma aprendizagem mais sólida e maior consciencialização das necessidades e dos contributos que a Engenharia Biomédica pode dar ao setor. O desenvolvimento de teses em instituições e empresas exteriores tem contribuído significativamente para a ligação dos alunos ao mercado de trabalho e também para a investigação de casos concretos em ambientes reais. As instituições têm reconhecido o valor da formação ministrada aos alunos através da continuada e aumentada aceitação de alunos para a realização das respetivas teses e estabelecimento de novos protocolos.

4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

Both institutions have been updating the labs and equipment available for teaching as outlined in 4.1.1. In addition, there is high interaction with health institutions involved in seminars and in theses, as mentioned previously in section 2. ESTeSL's protocols with hospitals made possible field trips so that students can learn with real examples. The involvement of other institutions and companies in final projects has contributed significantly to the connection of students to the labor market. The recognition of the value of such collaborations from our partners has resulted in an increasing number of collaborations in final work projects and the establishment of new protocols.

4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.**1.1 Instituição de ensino superior.**

Instituto Politécnico De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.**1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):**

Instituto Superior De Engenharia De Lisboa

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

Escola Superior De Tecnologia Da Saúde De Lisboa

1.3. Ciclo de estudos.

Engenharia Biomédica

1.3. Study programme.

Biomedical Engineering

1.4. Grau.

Mestre

1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).

[1.5._Despacho nº12182_2015, de 29 outubro.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Engenharia Biomédica

1.6. Main scientific area of the study programme.

Biomedical Engineering

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

520

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.

120

1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):

2 anos (4 semestres)

1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):

2 years (4 semesters)

1.10. Número máximo de admissões.

45

1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.

Nas duas primeiras edições do mestrado (2015/16 e 2016/17), houve um total de 47 e 48 candidatos para 30 vagas, respetivamente, distribuídos ao longo de 2 fases de candidaturas. A partir da 3ª edição (2017/18), e dado o aumento de procura do curso, as vagas foram sempre preenchidas na 1ª fase de candidaturas em julho. Ou seja, houve sempre um número de candidatos superior ao número de vagas. Tem havido um aumento de candidatos exteriores ao ISEL&ESTeSL. Nesta última edição por ex., 73% dos alunos são licenciados por cursos exteriores ao ISEL&ESTeSL. É expectável que os candidatos ao mestrado aumentem com a formação dos primeiros diplomados da Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB) do ISEL em 2020/21. A LEB apresenta atualmente 24 vagas, as quais foram totalmente preenchidas nos 2 concursos (2018,2019). O número proposto possibilita também a abertura de mais UCs de opção para ir ao encontro de diferentes especializações.

1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.

In the first two master editions (2015/16 e 2016/17), there were a total of 47 and 48 applicants for 30 positions, respectively, distributed over 2 application phases. From the 3rd edition on (2017/18), vacancies were always filled in the first phase of applications in July due to the increased demand for the course. In fact, there were always more candidates than the number of vacancies. There has been an increase in applicants from outside ISEL & ESTeSL, in the last edition, for example, 73% of students were graduates from other institutions. Candidates for the master's degree are expected to increase as the first class of graduates of ISEL's Degree in Biomedical Engineering (LEB) is expected to finish in 2020/21. LEB currently has 24 vacancies, which were fully filled both in 2018 and 2019. The proposed number also allows the opening of more optional curricular units to meet different specialization profiles.

1.11. Condições específicas de ingresso.

Licenciados ou de mestres em Ciências na área da saúde ou áreas afins

Licenciados em Engenharia Biomédica ou cursos afins

Licenciados ou de mestres em Ciências Naturais

Licenciados ou de mestres ou equivalente legal, em engenharia ou áreas afins

Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ou 2º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo, e que estejam de acordo com a frequência do mestrado em Engenharia Biomédica

Titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo conselho científico, e que estejam de acordo com a frequência do mestrado em Engenharia Biomédica

Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo conselho científico

A seleção será efetuada com base no CV do candidato

1.11. Specific entry requirements.

Holder of a BSc degree in Sciences in the Health area or legal equivalent;

Holder of an undergraduate degree in Biomedical Engineering or legal equivalent;

Holder of a BSc degree in Natural Sciences;

Holder of a BSc degree in Eng. or legal equivalent;

Holders of a foreign higher education degree, or legal equivalent

Holders of a foreign higher education degree that is recognized as meeting the objectives of the bachelor's degree by the Institution's Scientific Council, and who is in agreement with the requirements of the master's degree in Biomedical Engineering;
Holders of academic, scientific or professional curriculum that is recognized by the Institution's Scientific Council as proof of competence to carry out this study cycle;
The selection is made based on the academic and professional curriculum of the candidate.

1.12. Regime de funcionamento.

Outros

1.12.1. Se outro, especifique:

Diurno e Pós Laboral

1.12.1. If other, specify:

Daytime and After working hours

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL),
 Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1
 1959-007 Lisboa
 Portugal*

*Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL)
 Av. D. João II, Lote 4.69.01
 1990 - 096 Lisboa*

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

[1.14._CTC_Reg. de Creditação nov2015_DR.pdf](#)

1.15. Observações.

É objetivo principal deste ciclo de estudo formar Mestres, detentores de conhecimentos científicos e técnicos sólidos e transversais em Engenharia Biomédica, aptos para uma intervenção em áreas estratégicas do sector da saúde.

É também objetivo do curso:

- Promover a capacidade científica e técnica nesta área de conhecimento;*
- Sensibilizar os intervenientes no sector da saúde da relevância das áreas de fronteira e emergentes entre a engenharia e a medicina, para uma melhor e mais eficiente prestação de serviços à comunidade;*
- Fomentar a transferência de tecnologia resultante da investigação científica aplicada para o sector da saúde.*

De forma a ministrar-se uma formação tão interdisciplinar, conta-se com a colaboração muito dinâmica entre uma escola de engenharia (ISEL) e uma escola de saúde (ESTeSL). Esta colaboração, tem resultado em inúmeras vantagens através da utilização e otimização de recursos humanos com competências diferenciadoras, e em simultâneo complementares, nas várias áreas do saber. Também essa mais-valia se tem feito sentir na disponibilização de recursos gerais e pedagógicos, com a utilização dos laboratórios, equipamentos e dispositivos de apoio na engenharia, na área clínica e na tecnológica.

De forma a integrar as áreas da engenharia com as componentes clínicas, 10 das 20 UCs apresentam contributo de docentes da ESTeSL. Foram também integrados ao longo de várias UCs seminários dados por diversos tipos de profissionais associados a instituições de saúde como hospitais e empresas médicas e centros de investigação em engenharia biomédica. Outra evidência da elevada aplicação do curso para encontrar soluções na componente saúde, é de cerca de 43% dos TFM submetidos a provas públicas terem sido efetuadas em parceria com hospitais e clínicas (por ex. H. Garcia Orta, H. St Maria, H. Prof. Fernando da Fonseca, H. vila Franca de Xira, H. Particular Almada, Instituto Português do Sangue e da Transplantação, Maloclinic, Clínica do Coração do Algarve, Centro Oncológico Dr^a Natália Chaves) ou institutos de investigação que apresentam serviços médicos (i.e. a Fundação Champalimaud) ou empresas médicas (Mercurius Health, Medical Consult e ATM)

O Mestrado em Engenharia Biomédica visa assim formar Profissionais capacitados para responder às atuais necessidades e desafios do Sector da Saúde, de uma forma diferenciadora e de elevada competitividade.

Pretende-se aliar os conhecimentos da área da saúde com as competências em engenharia numa formação multifacetada em que as empresas de saúde ficarão, sem dúvida, dotadas de bons profissionais ao seu serviço.

1.15. Observations.

It is the main objective of this study cycle to generate graduates with transverse solid scientific and technical knowledge in biomedical engineering, fit for intervention in strategic areas of the health sector.

Goals include:

- Promoting scientific and technical capacity in this area of knowledge;*
- Raise awareness among stakeholders in the health sector for the importance of the emerging areas between engineering and medicine, in order to provide for better and more efficient services to the community;*
- Promote an effective technology transfer resulting from scientific research applied to this sector.*

In order to provide such an interdisciplinary training, a very dynamic collaboration between two academic institutions, one in the field of engineering (ISEL) and the other in the field of health technology (ESTeSL) has been established. This collaboration has resulted in numerous advantages through the use and optimization of human resources with specialized and complementary skills. This advantage has also been felt in the availability of general and pedagogical resources through the use of laboratories, equipment and support devices in engineering, clinical and technological areas.

In order to integrate the engineering and clinical components, 10 of the 20 curricular units have lecturers from both institutions. Seminars given by professionals associated with health institutions such as hospitals, medical companies and research centers in biomedical engineering were also integrated over several UCs. Further evidence of the high application of the course to find solutions in the health component is that about 43% of theses took place in partnership with hospitals (such as H. Garcia Orta, H. St Maria, H. Prof. Fernando da Fonseca, H. Vila Franca de Xira, H. Particular Almada, Instituto Português do Sangue e da Transplantação, Maloclinic, Clinica do Coração do Algarve, Centro Oncológico Drª Natália Chaves), research institutes presenting medical services (for example Champalimaud Foundation) or medical suppliers (Mercurius Health, Medical Consult and ATM).

The Master of Science in Biomedical Engineering aims to train professionals to respond to the current needs and challenges of the Health Sector, in a differentiating and highly competitive way. Such approach will also benefit employers in the field.

2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.**2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)**

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

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

<sem resposta>

2.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)**2.2. Estrutura Curricular -****2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).**

<sem resposta>

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

<no answer>

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
-----------------------------------	-----------------	------------------------------------	---	----------------------------

Ciências da Saúde / Health Sciences	CS	14	0	0 a 11,5
Electrónica / Electronics	ELE	0	0	0 a 6,5
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	EB	66.5	5	5 a 20
Informática / Informatics	INF	0	0	0 a 5
Economia e Gestão / Economy and Management	EG	13	0	0 a 5
(5 Items)		93.5	5	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

De acordo com os Estatutos do ISEL é competência do Conselho Pedagógico(CP) fazer propostas e dar parecer sobre a orientação pedagógica, que engloba os objetivos gerais de formação, a estrutura curricular, conteúdos de cada unidade curricular(UC) quanto a objetivos de aprendizagem, conteúdos programáticos, metodologias de ensino e de aprendizagem. Fazem parte do CP, o coordenador do curso e um aluno representante do curso, eleito pelos alunos. Neste processo é considerado a opinião da Comissão de Coordenação de Curso(CCC), relatórios de sucesso escolar e questionários aos alunos sobre os docentes e objetivos, programa, metodologias de ensino e avaliação, etc. A CCC é constituída pelo coordenador (eleito pelos docentes), 2 alunos representantes do curso (eleito pelos seus pares), e por docentes a convite do coordenador e das Direções das escolas. Esta comissão colabora com o CP e Conselho Científico. A CCC reúne periodicamente com docentes e alunos do curso.

2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.

According to ISEL's regulations, the Pedagogical Council(CP) is responsible for making proposals concerning the pedagogical orientation, which encompasses the general training objectives, the curricular structure, and contents of each curricular unit(UC) regarding learning objectives, syllabus, teaching and learning methodologies. The course coordinator and a student representing the course, elected by the students, are members of the CP. This process considers the opinion of the Course Coordinating Committee(CCC), course success reports and student questionnaires about the teaching staff and objectives, program, teaching and assessment methodologies, among others. The CCC consists of the coordinator(elected by the teaching staff), 2 students representing the course(elected by their peers), and other teaching staff invited by the coordinator and the school boards. This committee collaborates with the CP and Scientific Council. CCC meets periodically with faculty and students of the course

2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

O Conselho Pedagógico, com o apoio da Comissão de Coordenação do curso, avalia se a carga média de trabalho dos estudantes está de acordo com os ECTS associados a cada UC, tendo em conta o Decreto-Lei nº 42/2005, que estabelece os princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu do ensino superior, nos quais se inclui o Sistema de Créditos curriculares. Com base neste decreto, o ISEL aprovou, no órgão estatutariamente competente, em 2006, o Regulamento de ECTS. Este regulamento define como tempo de trabalho anual 1620 hrs a realizar em 40 semanas, sendo que a cada semestre (30 ECTS) corresponde a 810 horas de trabalho, distribuídas por 20 semanas e 1 ECTS corresponde a 27h de trabalho do estudante. A medida da carga de trabalho por UC é definida em função do nº de hrs de contacto da UC, nº de hrs de trabalho individual do aluno e o nº de hrs gastas em todas as avaliações.

2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.

The Pedagogical Council, with the support of the Course Coordinating Commission, assesses whether students' average workload is in accordance with the ECTS associated with each curricular unit, taking into account Law Nº 42/2005, which establishes the instruments for the creation of the European Higher Education Area, including the Curriculum Credit System. Based on this decree, the statutory competent body approved in 2006, the ECTS Regulations. This regulation defines an annual work load of 1620 hours over 40 weeks, where each semester (30 ECTS) corresponds to 810 working hours, spread over 20 weeks. The regulation defines that 1 ECTS corresponds to 27 hours of student work. The measurement of workload per curricular unit is defined as a function of the number of contact hours of the unit, the number of hours of individual student work and the number of hours dedicated to assessments.

2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.

De acordo com os Estatutos do ISEL é competência do Conselho Pedagógico (CP) fazer propostas e dar parecer sobre a orientação pedagógica, que engloba analisar se os métodos de avaliação de aprendizagem estão de acordo com os objetivos de aprendizagem. Neste processo, e de acordo com o apontado no ponto 2.3.1, é considerado a opinião dos alunos refletida através dos inquéritos assim como da opinião destes através da comissão de coordenação do curso (CCC) e no Conselho Pedagógico. A CCC avalia este ponto, tendo em conta também a opinião dos professores e alunos envolvidos.

2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.

According to the ISEL regulations, the Pedagogical Council (CP) is responsible for making proposals and giving advice on pedagogical guidance, which includes analysing whether learning assessment methods are in accordance with learning objectives. In this process, and as outlined in section 2.3.1, the students' opinion obtained from the surveys and from representatives in the course coordination committee (CCC) and in the Pedagogical Council is considered. The CCC evaluates this point, also taking into account the opinion of the teaching staff and students involved.

2.4. Observações

2.4 Observações.

O presente mestrado, coordenado em parceria entre o ISEL e a ESTeSL, apresenta uma configuração de forma a receber alunos com o 1º ciclo de formação de licenciaturas em engenharia ou ciências da saúde ou ciências naturais. Esta abrangência de público alvo deve-se à elevada procura deste tipo de formação por licenciados de engenharia ou ciências naturais ou de saúde, que estando na maioria já inseridos no mercado de trabalho, procura uma formação complementar à que tem e que dê resposta às solicitações de diversificadas competências na área. Nesta perspetiva, o curso de mestrado apresenta uma UC de base de forma a uniformizar parcialmente as áreas de conhecimentos desta diversidade de alunos. Estas UCs são “Sensores e Electrónica” para alunos que regra geral que não sejam de engenharia e “Anatomofisiologia” para alunos de engenharia. É a Comissão de Coordenação do Curso, que indica qual a UC, entre estas, que o aluno deve efetuar.

O curso de forma a disponibilizar uma formação de âmbito transversal à engenharia biomédica, compreende UCs obrigatórias nas áreas de Biomecânica, Prototipagem Rápida aplicada à engª biomédica, Instrumentação Médica, Nanotecnologia, Biosensores e Engenharia de Células e Tecidos. Estas UCs são complementadas por UCs obrigatórias de Gestão da Qualidade em Saúde e de Empreendedorismo.

Em paralelo às UCs obrigatórias, o curso apresenta um conjunto de UCs de opção nos dois primeiros semestres, de forma a ir ao encontro a perfis profissionais diferenciadoras como sejam nas áreas de:

- .- Gestão de Equipamento Médico e Sistemas de Informação para a Saúde;*
- Física Médica, Imagiologia e Processamento Digital de Imagem;*
- Engª Genética e Diagnóstico Molecular e Terapias Médicas Avançadas;*
- Aprendizagem Automática.*

De forma a melhor transmitir conceitos nas várias áreas científicas e técnicas, regra geral as UCs contemplam aulas teóricas, TP e de Prática Laboratorial. Para formar mestres com capacidade de aprendizagem autónoma e análise crítica, o curso promove o trabalho autónomo do aluno.

De forma a aumentar a integração das áreas da engenharia com as componentes clínicas, 10 das 20 UCs são lecionadas por docentes de ambas as escolas. Foram também integrados ao longo de várias UCs seminários dados por diversos tipos de profissionais associados a instituições de saúde como hospitais e empresas médicas e centros de investigação em engenharia biomédica. É fortemente promovido Trabalhos Finais de Mestrado em parceria com instituições de saúde. Dos TFM submetidos a provas públicas, 43%, foram efetuados em parceria com hospitais e clínicas ou institutos de investigação que apresentam serviços médicos (i.e. a Fundação Champalimaud) ou empresas médicas.

2.4 Observations.

This master's degree, coordinated in partnership between ISEL and ESTeSL, is configured to receive students with undergraduate degrees in engineering, health sciences and natural sciences. There is high demand for this type of training from graduates in these areas, who are already in the labour market. The master's degree course includes basic curricular units that provide foundation knowledge in different areas depending on the students' academic background. These curricular units are “Sensors and Electronics” for non-engineering students and “Anatomy and Physiology” for engineering students. It is the Course Coordinating Commission, which indicates which unit, among these, the student should take.

In order to provide a transversal training to biomedical engineering the course comprises compulsory curricular units in the areas of Biomechanics, Rapid Prototyping applied to biomedical engineering,

Medical Instrumentation, Nanotechnology, Biosensors and Cell and Tissue Engineering. These are complemented by the compulsory units of Health Quality Management and Entrepreneurship.

In parallel to the compulsory units, the course presents a set of optional units in the first two semesters, in order to meet different professional profiles, such as:

- *Medical Equipment Management and Health Information Systems;*
- *Medical Physics, Imaging and Digital Image Processing;*
- *Genetic Engineering and Molecular Diagnosis and Advanced Medical Therapies;*
- *Machine Learning.*

In order to better convey concepts in the various scientific and technical areas, the curricular units generally include theoretical and laboratory sessions. To train graduates with autonomous learning ability and critical analysis, the course promotes student autonomous work.

In order to increase the integration between engineering and clinical components, 10 of the 21 curricular units involve teaching staff from both institutions,. Seminars given by professionals from health institutions such as hospitals, medical companies and research centres were also integrated in several curricular units. In the Final Master Project there is strong collaboration with health institutions, with 43% carried out in partnership with hospitals and clinics or research institutes providing medical services (for example the Champalimaud Foundation) or medical companies.

3. Pessoal Docente

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

A coordenação do ciclo de estudo é assegurada pela Comissão Coordenadora de Curso, constituída por um coordenador, docentes e por dois alunos representantes dos 2 anos escolares e eventualmente por um docente representativo das Direções das escolas. Todos os docentes são doutorados e com contrato por tempo indeterminado e exclusividade.

O Coordenador de Curso é eleito, em cada 4 anos, por docentes que lecionam no mestrado.

Os alunos são eleitos anualmente, pelos seus pares.

O coordenador escolhe alguns docentes para o apoiarem na comissão.

Fazem parte da equipa de docentes da presente CCC:

- Cecília Calado, docente do ISEL, e coordenadora deste 2015. O mandato foi reconduzido por maioria absoluta em junho de 2018

- Manuel Matos e António Silvestre (ambos membros do CTC do ISEL), João Costa e Miguel Minhalma, os 4 são docentes do ISEL

- Lina Vieira (presidente do CTC da ESTeSL) e Margarida Ribeiro enquanto docentes da ESTeSL

- Graça Andrade, representante da Presidência da ESTeSL

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

3.3. 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 link	Informação/ Information
Cecília Ribeiro da Cruz Calado	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biotechnology	100	Ficha submetida
Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica e Biofísica	100	Ficha submetida
Manuel José de Matos	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Luís Miguel Minhalma	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
		Doutor			100	

Maria Margarida do Carmo Pinto Ribeiro	Professor Adjunto ou equivalente		Título de especialista (DL 206/2009)	Ciências da Vida e Medicina Clínica-Especialização em Biotecnologia		Ficha submetida
António Jorge Duarte de Castro Silvestre	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física - Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
Ana Sofia de Oliveira Figueiredo	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Alessandro Fantoni	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Ciência de Engenharia dos Materiais, Micro e Optoelectronica	100	Ficha submetida
António José Santos Morais Ricardo	Professor Adjunto ou equivalente	Licenciado		Medicina	50	Ficha submetida
Elisabete Clara Bastos Alegria	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Fernando Paulo Neves da Fonseca Carreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Gilda Cunha	Professor Coordenador ou equivalente	Mestre		Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria da Silva João	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
João Filipe de Almeida Milho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Pedro Barrigana Ramos da Costa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biophysical Computing	100	Ficha submetida
José Augusto da Silva Sobral	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Fulgêncio Matos	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre	Título de especialista (DL 206/2009)	Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde	100	Ficha submetida
José Virgílio Coelho Prata	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Chemistry / Organic Chemistry	100	Ficha submetida
Luís Manuel Carvalho Freire	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Biofísica	100	Ficha submetida
Magda Sofia Cardoso Nobre Semedo	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Biotecnologia e Biociências	100	Ficha submetida
Margarida Maria de Matos Rodrigues e Silva Eiras	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Saúde Pública	100	Ficha submetida
Maria Alexandra Sousa Rodrigues	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Maria Amélia Ramos Loja	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Nelson Alberto Frade da Silva	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Química Analítica	100	Ficha submetida
Nuno Teixeira	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Física Médica	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Leitão Pessoa Guerreiro	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Martins Ferreira		Doutor		Física	100	Ficha submetida

	Professor Adjunto ou equivalente					
Pedro Miguel Torres Mendes Jorge	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Ricardo José Fontes Portal	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
Ricardo Miguel da Silva Teresa Ribeiro	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Ruben Anacoreta Elvas Leitão	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Química especialidade de Química-Física	100	Ficha submetida
Rui Miguel Brito	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Biologia /Genética	100	Ficha submetida
Sérgio Rafael Reis Figueiredo	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre	Título de especialista (DL 206/2009)	Medicina Nuclear	60	Ficha submetida
André Ribeiro Lourenço	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Helena Maria dos Santos Paulo	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre		Gestão e Estratégia Industrial	100	Ficha submetida
					3410	

<sem resposta>

3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

3.4.1.1. Número total de docentes.

35

3.4.1.2. Número total de ETI.

34.1

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	33	96.774193548387

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

3.4.3. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	30	87.976539589443

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
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	25	73.313782991202	34.1
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	2	5.8651026392962	34.1

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

3.4.5. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
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	32	93.841642228739	34.1
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	1	2.9325513196481	34.1

4. Pessoal Não Docente

4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

A área departamental do ISEL onde o curso está ancorado apresenta 5 trabalhadores não docentes, todos em regime CTFP por tp indeterminado: 1 assistente técnico no Secretariado; 3 assistentes técnicos na manutenção e operação dos equipamentos laboratoriais e auxílio na preparação de aulas PL; 1 técnico de lab. de informática. Estão também afetos pelo menos mais 4 assistentes técnicos de apoio a labs. de física, electrónica e mecânica, e associados a outros departamentos. Acresce ainda toda a estrutura do ISEL (gabinetes, serviços e unidades complementares) com cerca de 100 funcionários que apoiam o funcionamento geral das áreas departamentais, biblioteca, serviço de apoio ao aluno entre outros

4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

In the ISEL's department where the course is anchored there are 5 non-teaching staff, all of which have contracts of indefinite duration: 1 technical assistant in the department of Chemical Engineering which collaborates in administrative matters such as processing documentation related to the study cycle; 3 technical assistants in technical roles related with the maintenance and operation of the department's laboratory equipment and providing support in the preparation of laboratory sessions; 1 computer lab technician responsible for maintaining the two computer rooms available to students. In addition, the entire ISEL structure (offices, services and complementary units) consists of about 100 employees supporting the departments and their course degrees, library, student support service and other services.

4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

No ISEL, na área departamental de engenharia química, os 2 assistentes técnicos são licenciados (Licenciatura em Medicina Nuclear e Licenciatura em Engenharia do Ambiente), os restantes têm o Ensino Secundário completo. Na área departamental de física o técnico é doutorado em eng^a química, no departamento de eng^a eletrotécnica e mecânica os assistentes técnicos são licenciados em engenharia (mecânica e electrotecnica).

4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

At ISEL, in the chemical engineering department, two technical assistants are graduated (Bachelor of Nuclear Medicine and Bachelor of Environmental Engineering), the others have completed secondary education. In the physics department the technician holds a doctorate in chemical engineering, in the departments of electrical and mechanical engineering technical assistants have BSc degrees in engineering (mechanical and electrical engineering).

5. Estudantes**5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Total de estudantes inscritos.**

78

5.1.2. Caracterização por género**5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender**

Género / Gender	%
Masculino / Male	18
Feminino / Female	82

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.**5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year**

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
2015/16	36
2016/17	62
2017/18	75
2018/19	69
2019/20	78
	320

5.2. Procura do ciclo de estudos.**5.2. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand**

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	30	30	30
N.º de candidatos / No. of candidates	37	54	42
N.º de colocados / No. of accepted candidates	33	33	34
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	31	31	33
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	13.2	13.2	13.2
Nota média de entrada / Average entrance mark	14.5	14.5	13.9

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

Nas duas primeiras edições do mestrado (2015/16 e 2016/17), houve um total de 47 e 48 candidatas para 30 vagas, respetivamente, distribuídos ao longo de 2 fases de candidaturas. A partir da 3ª edição (2017/18), e dado o aumento de procura do curso, as vagas foram sempre preenchidas na 1ª fase de candidaturas, que decorreu até meados de julho.

Nas primeiras edições do curso, a maioria dos candidatos era licenciado em cursos de ciências da saúde de escolas de saúde de Institutos Politécnicos. A percentagem deste tipo de candidato tem vindo a decrescer em prol de outro tipo de licenciatura como de ciências naturais e de licenciaturas em engenharia. Por ex, na 3ª edição, 22% dos alunos eram licenciados pela Universidade de Lisboa, como sendo de Engenharia Mecânica (IST), Biologia ou Bioquímica (Fac. Ciências), Farmácia (F. Farmácia), Higiene Oral ou Medicina Dentária (Fac. Medicina Dentária) e Medicina (F. Medicina). A percentagem global de alunos licenciados em engenharia tem aumentado. Na presente 5ª edição, 60% dos alunos são licenciados em engenharia, sendo 42% dos alunos globais licenciados em engenharia biomédica ou tecnologia biomédica ou biomecânica pelo Instituto Politécnico de Leiria e de Setúbal, Universidade da Beira Interior e Universidade Lusófona. É expectável que este tipo de candidato aumente, dado o ISEL ter iniciado a formação em Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB) em 2018/19. A LEB apresenta atualmente 24 vagas, as quais foram totalmente preenchidas nos 2 concursos nacionais de acesso ao ensino superior (2018 e 2019).

É de realçar que em todas as edições, mais de 40% dos alunos apresentava uma licenciatura com média superior ou igual a 15 valores, sendo que nesta última edição, 80% dos alunos apresentou uma licenciatura com média superior ou igual a 14 valores.

Quando comparamos a segunda edição do mestrado (2016/17) com a última (2019/20) constata-se que a média de idade dos alunos baixou. Em 2016/17 50% dos alunos tinha até 27 anos e o mais novo tinha 23 anos e o mais velho 55 anos. Na edição de 2019/20, 50% dos alunos tem menos de 25 anos. O aluno mais novo tem 21 anos e o mais velho 51. Há assim um aumento de procura dos alunos recentemente licenciados. Quanto ao género, o feminino tem sido maioritário e tem vindo a aumentar, era de 66% em 2016/17 e é de 82% na atual edição. As percentagens de Trabalhadores-estudantes têm-se mantido nos 20 % de alunos.

Em suma, o curso de Mestrado em Engenharia Biomédica apresenta uma elevada procura, levando ao preenchimento de todas as vagas, nas últimas 3 edições logo na 1ª fase de candidaturas, e de alunos com boas médias de licenciatura e cada vez mais por alunos recém-licenciados. Estes alunos são atualmente provenientes na sua grande maioria (i.e. 73%) de escolas exteriores ao IPL. Estima-se que a procura do mestrado aumente em complemento à formação dos primeiros licenciados em Engenharia Biomédica pelo ISEL em 2020/21.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

In the first two editions of the Masters (2015/16 and 2016/17), there were a total of 47 and 48 applicants for 30 vacancies, respectively, distributed over 2 application phases. From the 3rd edition (2017/18) on, given the increased demand for the course, vacancies were always filled in the first phase of applications, which closes in mid-July. In the early editions of the course, most applicants were graduates in health science courses. The percentage of this type of candidate has been decreasing in favour of other type of degrees like natural sciences and degrees in engineering. For example, in the 3rd edition, 22% of the students were holders of degrees by the University of Lisbon such as in Mechanical Engineering (IST), Biology or Biochemistry (Faculty Sciences), Pharmacy (F. Pharmacy), Oral Hygiene or Dentistry (F. Dentistry) and Medicine (F. Medicine). The overall percentage of engineering graduates has increased. In the current 5th edition, 60% of students have graduated in engineering, and 42% of the total have BSc degrees in biomedical engineering, biomedical or biomechanical technology from the Leiria and Setúbal Polytechnic, Beira Interior and Lusófona University. This type of candidate is expected to increase as ISEL started a BSc course in Biomedical Engineering (LEB) in 2018 and students may continue their studies at masters level. LEB currently has 24 vacancies, which were fully filled in 2018 and 2019.

It should be underlined that in all editions so far, more than 40% of the students had a previous degree with an average final mark equal or greater than 15 (scale 0-20), and in this last edition, 80% of students had a degree with an average mark equal or greater than 14.

When we compare the second edition of the master's degree (2016/17) with the last one (2019/20) we conclude that the average age of the students has dropped. In 2016/17 50% of students were under 27 years of age, the youngest had 23 and the oldest 55 years of age. In the current 2019/20 edition, 50% of students are under 25 years old. The youngest student is 21 years old and the oldest 51. There is thus an increase in demand from recently graduated students. As for gender, the majority of students are females and the number has been increasing, it was 66% in 2016/17 and is 82% in the current edition. Working-student percentages have remained on 20% level.

In summary, the Master of Biomedical Engineering course has registered a high number of applicants, leading to the filling of all vacancies in the first phase of applications in the last 3 editions. The average undergraduate mark is increasing as is the number of students that recently terminated their BSc degrees. Currently most students have BSc degrees from institutions outside IPL (73%). Demand for the master's

degree is expected to increase significantly as the first class of graduates in Biomedical Engineering by ISEL is expected to terminate their course in 2020/21

6. Resultados

6.1. Resultados Académicos

6.1.1. Eficiência formativa.

6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	10	23	3
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	10	16	0
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	7	2
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	1
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).

Dos 131 alunos inscritos pela 1ª vez que poderiam apresentar TFM, 34%(n=44) entregaram TFM para defesa pública (8 aguardam defesa). Nestes TFMs 34% foram efetuados com a colaboração de hospitais/clínicas (H.Garcia Orta, H.St Maria, H.Prof. Fernando da Fonseca, H.Vila Franca de Xira, H. do SAMS, Inst. Pt. Sangue e Transplantação, Maloclinic, Clínica Coração do Algarve, Centro Oncológico Drª Natália Chaves,Fund.Champalimaud) ou empresas médicas (Mercurius Health, Medical Consult e ATM). Por simplificação são indicados as avaliações e temas de 25 dos 36TFM defendidos.

2017:

Aplicação para análise de cortes transaxiais do tecido estriado em imagens obtidas por FP-CIT SPECT.18 valores; Nanostructured films of graphene for controlled ocular drug delivery.18; Develop. cloning-free protocols for generation of gene knockouts using CRISPR-Cas9tech.,18; Heparin functionalization of Fibrin Hydrogels for Tissue Eng.18; Cálculo doses absorvidas e efectivas em exames de tomografia de emissão de positrões.20; Eventos Hemorrágicos noDoente Submetido a Cateterismo Cardíaco.18;

2018:

Dose e Qualidade da Imagem em TC.19; Síntese e caracterização de nanopartículas magnéticas para aplicação em Biomedicina,18; Estudo e desenvolvimento de uma prótese de mão utilizando técnicas de soft robotics,18; Planos de Manutenção Preventiva de Monitores Multiparamétricos,16; Comparação da análise morfológica de embriões humanos de PMA com o perfil molecular do meio decultura,18; Valores de refª p/cálculos da atividade residual normalizada em renogramas c/99mTcMAG3,19; Simulação do movimento humano condicionado por ortóteses,17; Prevenção de úlceras podológicas com recurso a uma palmilha de monitorização pressão plantar, temperatura e humidade,18; Numerical modeling of mechanical behaviour of cardiomyocytes using finite element method,17; Aplicação da casa da qualidade no desenv. e aperfeiçoamento de dispositivos de monitorização de glicose em jovensadultos c/ diabetes tipo1,19; Avaliação da influência do tecido adiposo na correção dos fatores físicos que afetam as imagens de CPM,19; Utilização dNext-Generation-Sequencing no estudo da obesidade monogénica,19; Development of an analysis pipeline for human microelectrode recordings in Parkinson Disease,19; Development and Characterization of Ply(trimethylene carbonate) membranes for Lungs-on-chip,18; Oxitocina e saúde mental em estudantes do ensino superior,19;

Reconstrução 3D e prototipagem rápida de estruturas anatómicas a partir de imagens de tomografia computadorizada,17;
Avaliação da cartilagem articular do joelho através da técnica T2 Mapping por ressonância magnética,17

2019:

Análise Radiológica, Mecânica e Financeira da Impressão 3D de Máscaras de Imobilização para Terapêutica,19;

Avaliação Metodologia RCM em Equip. TC e da especialidade de imagiologia,19;

Avaliação das necessidades de braquiterapia contemporânea e os desafios de implementação do paradigma de cuidados de radioterapia baseados em valor,18

6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).

Of the 131 students enrolled for the 1st time which could present a Final Master's Work (TFM),34%(n=44) delivered TFM for public defense,8 are awaiting defense. In these 34% were undertaken in collaboration with clinics (H.Garcia Orta, H.St Maria, H.Prof. Fernando da Fonseca, H.Vila Franca de Xira, H.Particular Almada, Inst. Pt. Sangue e Transplantação, Maloclinic, Clinica Coração do Algarve, Centro Oncológico Drª Natália Chaves, Fund.Champalimaud) or medical companies (Mercurius Health, Medical Consult e ATM). For simplicity we indicate the titles of 25 out of 36 of the TFMs which have been concluded.

2017: Aplicação p/ análise de cortes transaxiais do tecido estriado em imagens obtidas por FP-CIT SPECT.18;

Nanostructured films of graphene for controlled ocular drug delivery.18; Develop. cloning-free protocols for generation of gene knockouts using CRISPR-Cas9tech.,18;Heparin functionalization of Fibrin Hydrogels for Tissue Eng.18;

Cálculo doses absorvidas e efectivas em exames de tomografia de emissão de positrões.20;Eventos Hemorrágicos noDoente Submetido a Cateterismo Cardíaco.18;

2018:Dose e Qualidade da Imagem em TC.19;Síntese e caracterização de nanopartículas magnéticas para aplicação em Biomedicina,18;

Estudo e desenvolvimento de uma prótese de mão utilizando técnicas de soft robotics,18; Planos de Manutenção Preventiva de Monitores Multiparamétricos,16; Comparação análise morfológica de embriões humanos de PMA com o perfil molecular do meio decultura,18;Valores de refª p/cálculos da atividade residual normalizada em renogramas c/99mTcMAG3,19;Simulação do movimento humano condicionado por ortóteses,17;Prevenção de úlceras podológicas com recurso a uma palmilha de monitorização pressão plantar, temperatura e humidade,18; Numerical modeling of mechanical behaviour of cardiomyocytes using finite element method,17;Aplicação da casa da qualidade no desenv. e aperfeiçoamento de dispositivos de monitorização de glicose em jovensadultos c/ diabetes tipo1,19;Avaliação da influência do tecido adiposo na correção dos fatores físicos que afetam as imagens de CPM,19;Utilização dNext-Generation-Sequencing no estudo da obesidade monogénica,19;Development of an analysis pipeline for human microelectrode recordings in Parkinson Disease,19;Development and Characterization of Ply(trimethylene carbonate) membranes for Lungs-on-chip,18;

Oxitocina e saúde mental em estudantes do ensino superior,19; Reconstrução 3D e prototipagem rápida de estruturas anatómicas a partir de imagens de tomografia computadorizada,17;

Avaliação da cartilagem articular do joelho através da técnica T2 Mapping por ressonância magnética,17

2019:Análise Radiológica, Mecânica e Financeira da Impressão 3D de Máscaras de Imobilização para Terapêutica,19;

Avaliação Metodologia RCM em Equip. TC e da especialidade de imagiologia,19;Avaliação das necessidades de braquiterapia contemporânea e os desafios de implementação do paradigma de cuidados de radioterapia baseados em valor,18

6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

Número de UCs em funcionamento: 20

Número médio de alunos inscritos a cada UC: 25

Número médio de alunos aprovados a cada UC: 19

Taxa de sucesso média nas UCs: 75%

Taxa de sucesso por Área Científica:

EB -Engenharia Biomédica: 72% (9 UCs)

CS -Ciências da Saúde: 87% (5 Ucs)

ELE - Eletrónica: 79% (1 UC)

INF - Informática: 64% (1 UC)

EG -Economia e Gestão: 87% (3 UCs)

O curso apresenta taxas de sucesso académico bastante razoáveis com uma média global de 75%. Na análise das taxas de por área científica haverá que ter em conta o diferente número de UCs por área científica. De realçar que a área de informática que apresenta a taxa de sucesso mais baixa inclui apenas uma UC de opção o que a torna pouco representativa. As áreas científicas fulcrais do curso (EB e CS) apresentam uma taxa de sucesso média de 80% o que consideramos bastante bom.

Quando analisamos os dados do ano Letivo de 2017/18 constatamos um cenário similar:

Número de UCs em funcionamento: 18

Número médio de alunos inscritos a cada UC: 28

Número médio de alunos aprovados a cada UC: 23

Taxa de sucesso média nas UCs: 81%

Taxa de sucesso por Área Científica

EB -Engenharia Biomédica: 79% (9 UC)

CS -Ciências da Saúde: 82% (5 Ucs)

ELE – Eletrónica: 91% (1 UC)

INF – Informática: --

EG-Economia e Gestão: 85% (3 UCs)

No ano letivo de 2017/18, a taxa de sucesso global do curso é também bastante animadora (81%) com as áreas centrais do curso (EB e CS) a apresentarem uma taxa média de sucesso de 81%. Nas duas restantes áreas científicas em que ocorreu o funcionamento de UCs esta taxa foi ligeiramente mais elevada. Mas aqui deveremos encarar estes resultados com alguma precaução estatística devido ao diminuto número de UCs, e mesmo alunos, envolvidos.

Para os números apresentados atrás (2017/18 e 2018/19) contribuem alguns alunos que não concluem em tempo o seu TFM. Estes alunos baixam ligeiramente as taxas de sucesso académico. A este facto estará inevitavelmente ligado ao número de Estudantes-Trabalhadores que dispõem de menor disponibilidade para o desenvolvimento de trabalho em contexto de laboratório e investigação ou em contexto hospitalar/clínico/empresarial. A conclusão do TFM em tempo será uma prioridade de atuação para a Comissão Coordenadora de Curso procurando desenvolver estratégias que promovam um maior sucesso na conclusão do TFM no ano letivo de inscrição.

6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.

In the school year of 2018/19 the success rate results were as follows:

Number of Curricular Units (UC) operating: 20

Average number of students inscribed in each UC: 25

Average number of students approved in each UC: 19

Average success rate for UCs: 75%

Success rate by Scientific Area:

EB - Biomedical Engineering: 72% (9 UCs)

CS - Health Sciences: 87% (5 Ucs)

ELE - Electronics: 79% (1 UC)

INF – Computer Science: 64% (1 UC)

EG - Economy and Management: 87% (3 UCs)

The course boasts academic success rates quite reasonable with an overall average of 75%. Whilst analyzing the success rates per scientific area one needs to bear in mind the different number of UCs per area. It should be mentioned that the Computer Science area which presents the lowest success rate includes a single optional UC, which makes it less representative of the overall trends. The scientific areas crucial for the course (EB and CS) boast an average success rate of 80%, which we consider rather good.

When analyzing the data for the school year of 2017/18 we find a similar scenario:

Number of UCs operating: 18

Average number of students inscribed in each UC: 28

Average number of students approved in each UC: 23

Average success rate for UCs: 81%

Success rate by Scientific Area:

EB - Biomedical Engineering: 79% (9 UC)

CS - Health Sciences: 82% (5 Ucs)

ELE – Eletronics: 91% (1 UC)

INF – Computer Science: --

EG - Economy and Management: 85% (3 UCs)

In the school year 2017/18, the global success rate of the course is also pleasing (81%) with the course's central areas (EB and CS) presenting an average success rate of 81%. In the two remaining scientific areas for which there were functioning UCs this rate was slightly higher. But here we must face these results with some statistical caution given the reduced number of UCs, and even students, involved.

The numbers presented above (2017/18 and 2018/19) include the contribution of some students who do not conclude in time their TFM. These students reduce slightly the academic success rates. This fact is

inevitably connected to the number of working students who have less availability to realising work in the context of lab and research, or hospital/clinical/management activities. The timely TFM conclusion will be a priority of the activity of the Course Coordinating Commission, seeking to develop strategies which promote a greater success in the conclusion of the TFM in the school year of enrolment.

6.1.4. Empregabilidade.

6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).

Os dados oficiais obtidos em infocursos.pt referem uma taxa de desemprego de 2.6% para os alunos desta área de formação.

6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).

The official data obtained in infocursos.pt refer an unemployment rate of 2.6% for the students of this formation area.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

A taxa de desemprego na área da Engenharia Biomédica tem sofrido um ligeiro decréscimo ao longo dos anos. este poderá ser um resultado fruto da utilização intensiva da tecnologia na área da saúde o que requer mais técnicos qualificados como os que formamos, mas também devido ao envelhecimento da população associada à necessidade de mais e melhores cuidados de saúde.

Em cada edição do curso de mestrado é realizado um questionário aos novos alunos para a sua caracterização. Destes questionários obtemos, entre outros dados, a taxa de alunos que procura activamente emprego. Esta taxa é cerca de 6% no início do curso para os alunos que acabaram uma licenciatura por vezes há menos de um ou dois meses. No decorrer do curso esta taxa decresce com os alunos a encontrarem uma colocação no mercado de trabalho.

A empregabilidade na área da Engenharia Biomédica não parece em Portugal e na Europa ameaçada e é uma das áreas mais promissoras de emprego no futuro segundo a revista Forbes.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

The unemployment rate in the area has been undergoing a slight decrease lately. This could result of the intensive usage of technology in the health area, which requires more qualified technicians, but also could be due to the ageing of the population, associated with the need for better and more healthcare.

In each edition of the master's course a questionnaire is given to the new students for their profiling. Out of these questionnaires we obtain, among other data, the percentage of students which are actively seeking employment. That percentage is about 6% in the beginning of the course for the students who have finished their first degrees less than one or two months ago. As the course progresses this percentage decreases, and the students find a place in the job market.

The employability in the area of Biomedical Engineering does not look under threat in Portugal and Europe, and it remains one of the most promising employment areas in the future according to Forbes magazine.

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

6.2.1. 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 the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
CeFEMA-Center of Physics and Engineering of Advanced Materials, FCT	Muito Bom	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa	3	NA
IT-Instituto de Telecomunicações, FCT	Excelente	Instituto Superior Técnico, Univeridade de Lisboa	2	NA
CTS-Centro de Tecnologias e Sistemas	Muito Bom	Faculdade de Ciências e Tecnologia,	1	NA

H&TRC-Centro de Investigação em Saúde e Tecnologia	Bom	Universidade Nova de Lisboa ESTeSL, Instituto Politécnico de Lisboa	6	NA
Uninova-Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias	Muito Bom	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa	1	NA
Centro de Química Estrutural, FCT	Excelente	Instituto Superior Técnico e Faculdade de Ciências, Univeridade de Lisboa	3	NA
CQVR-Centro de Química - Vila Real	Muito Bom	Univeridade de Trás os Montes e alto Douro	1	NA
CENTEC - Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica, FCT	Excelente	Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa	1	NA
IDMEC-Instituto de Eng ^a Mecânica, FCT	Excelente	Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa	4	NA
CITAB-Centro de Investigação e de TEcnologia Agro-Ambientais e Biológicas, FCT	Muito Bom	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa	1	NA
CFTC Centro de Física Teórica e Computacional, FCT	Muito Bom	Universidade de Lisboa	1	NA
CEG-Centro de Estudos de Gestão, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa	Muito Bom	Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa	2	NA
Grupo de Investigação Multimédia e Aprendizagem Automática, ISEL	NA	ISEL, IPL	1	NA
CIMOSMF-Centro de Investigação em Modelação e Optimização de Sistemas	NA	ISEL, IPL	5	NA

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/303dc315-1e2e-9e4d-b096-5dc71d7c6268>

6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/303dc315-1e2e-9e4d-b096-5dc71d7c6268>

6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.

Os docentes do ciclo de estudos participaram num elevado número de atividades de desenvolvimento tecnológico, de prestação de serviços à comunidade e de formação avançada. Os destinatários destas atividades vão desde alunos e professores do ensino secundário, profissional e superior a quadros médios e superiores de empresas e laboratórios públicos ou privados ou ainda a outros profissionais a trabalhar na investigação científica. Como exemplos destas atividades surgem o programa “Ciência Viva”, a “LEGOLeague”, a organização e apresentação de seminários, a orientação de alunos em estágios, mestrados e doutoramentos, os cursos de formação, a revisão de artigos em revistas internacionais e a avaliação de propostas de projetos de investigação.

O corpo docente do Mestrado em Engenharia Biomédica tem participado ativamente num conjunto de diversos projetos de I&D, sendo financiados pela FCT, Fundação Aga Khan, QREN, projetos europeus e IPL. Estas participações têm impacto direto na formação de quadros superiores para o país bem como na cativação de receitas para o país.

A implementação de projetos de ID aplicados passa pela ligação da formação ministrada à prática real da Engenharia Biomédica muito pela inserção dos alunos a desenvolver o seu trabalho de mestrado em organizações clínicas e de engenharia. Estes alunos têm por missão a resolução de problemas reais e inovadores das organizações revelando-se também efetivas colaborações com a sociedade.

Algumas das inovações mais relevantes do ponto de vista científico e tecnológico centram-se no campo das ciências exatas, tecnologias e engenharias. É da união, com grande sinergia, da sociedade em geral e

dos parceiros envolvidos neste processo (universidades, institutos, laboratórios, empresas e outros) que se cria um ambiente favorável ao desenvolvimento experimental e da tecnologia resultando em mais desenvolvimento tecnológico na procura da produção de bens e serviços competitivos em diversos sectores produtivos nacionais. Neste contexto alguns dos professores do curso estão envolvidos no desenvolvimento de pequenas empresas (startups) que promovem serviços na área da saúde. Entre elas a CardioID e a Flux que desenvolvem sistemas de monitorização de sinais vitais. O curso está também envolvido no aperfeiçoamento dos métodos de calibração de dispositivos médicos numa parceria com o IPQ. Face à necessidade de gestão e calibração de equipamento médico de medição, alguns docentes do curso estão envolvidos no desenvolvimento de competência na área através de colaboração com o CATIM na elaboração de propostas de cursos de formação técnicos e de pós-graduações.

6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.

The course's faculty participated in a large number of technological development, consultancy and advanced training activities. These activities are addressed to a wide public ranging from students and teachers from the secondary and vocational school or the superior institutions to middle and senior management positions in companies or laboratories (public or private) or other professionals working in scientific research. Examples of these activities are the program "Ciência Viva", the organization and presentation of seminars, the mentoring process of students in internships, master's and doctoral programs, training courses, the reviewing of papers in international journals and the reviewing of proposed research projects.

The academic staff of the Master in Biomedical Engineering has been actively participating in several R&D projects, funded by FCT, Aga Khan Development Network, NSRF and IPL. These participations have a direct impact in the formation of high ranking officials for the country, as well as a good source of income. The implementation of applied R&D projects links the formation given in the course to the real practice of Biomedical Engineering, through the insertion of the students developing their master's work in clinical and engineering organizations. These students' mission is the solution of real and innovative problems in those organizations, which frequently become effective collaborations with society.

Some of the most relevant innovations from the scientific and technological point of view occur on the fields of exact sciences and engineering. It is the unity, with strong synergy, between the society in general and the players involved (universities, institutes, laboratories, companies, among others) that creates a favorable environment for experimental development and engineering resulting in more technological development in the production of competitive goods and services.

In this context some of the course teachers are involved in the development of small businesses (startups) that promote health services. These include CardioID and Flux, which develop vital sign monitoring systems. The course is also involved in refining medical device calibration methods in partnership with IPQ. Given the need for management and calibration of medical measuring equipment, some course teachers are involved in developing competence in the area through collaboration with CATIM in the preparation of proposals for technical and postgraduate training courses.

6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

Os docentes do ciclo de estudos participaram num elevado número de actividades de desenvolvimento tecnológico, de prestação de serviços à comunidade e de formação avançada. Os destinatários destas actividades vão desde alunos e professores do ensino secundário, profissional e superior a quadros médios e superiores de empresas e labs públicos ou privados ou ainda a outros profissionais a trabalhar na investigação científica. Como exemplos destas actividades surge o programa "Ciência Viva", a organização e apresentação de seminários, a orientação de alunos em estágios, mestrados e doutoramentos, os cursos de formação, a revisão de artigos em revistas internacionais e a avaliação de propostas de projetos de investigação. O corpo docente do Mestrado em Engenharia Biomédica tem participado ativamente num conjunto de diversos projetos de I&D, sendo financiados pela FCT, Fundação Aga Khan, QREN e IPL.

6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.

The course's faculty participated in a large number of technological development, consultancy and advanced training activities. These activities are addressed to a wide public ranging from students and teachers from the secondary and vocational school or the superior institutions to middle and senior management positions in companies or laboratories (public or private) or other professionals working in scientific research. Examples of these activities are the program "Ciência Viva", the organization and presentation of seminars, the mentoring process of students in internships, master's and doctoral programs, training courses, the reviewing of papers in international journals and the reviewing of proposed

research projects. The academic staff of the Master in Biomedical Engineering actively participated in diverse R&D projects, funded by FCT, Aga Khan Development Network, NSRF and IPL.

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	1.2
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	1.2
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	1.2
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	5.8

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

No âmbito dos programas de mobilidade de alunos e docentes existem por ex no ISEL protocolos com 11 Universidades e Politécnicos nacionais. A nível internacional existem protocolos com 16 Universidades/Politécnicos.

O curso tem uma ligação forte com a Universidade de Macau onde já se deslocaram quatro docentes em missão científica.

Os alunos de Mestrado participaram em 2 deslocações ERASMUS

O curso de Mestrado já recebeu 4 alunos Erasmus

Estiveram envolvidos em programas Erasmus 3 docentes do curso

O Mestrado de Engenharia Biomédica promoveu a criação do ISEL IEEE Students Branch, que integra o IEEE, a maior organização de engenharia internacional. Este grupo promove diversas atividades entre os estudantes de Portugal e do resto do mundo (organização de palestras, cursos de curta duração, cursos on-line) e tem como mentores os Professores da Comissão Coordenadora de Curso Cecília Calado e Manuel Matos.

6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

In the context of student and faculty staff mobility programs, e.g ISEL presents protocols with 11 Universities/Polytechnic institutes within Portugal. Internationally there are protocols with 16 Universities/Polytechnicals.

The course has a strong connection with the University of Macau, which four of the faculty staff have already visited on a scientific mission.

The master students have participated in 2 ERASMUS programs. The master's course has already received 4 Erasmus students. 3 of the course's faculty staff have been involved in Erasmus programs

The Biomedical Engineering Masters course promoted the creation of ISEL IEEE Students Branch, a part of IEEE, the largest organization of international engineering. This group promotes several activities between Portuguese students and those of the rest of the world (organization of seminars, short duration courses, online courses) and their mentors are professors Cecília Calado and Manuel Matos from the Course Coordinating Commission.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

É objetivo principal deste ciclo de estudo formar Mestres, detentores de conhecimentos científicos e técnicos sólidos e transversais em Eng^a Biomédica, aptos para uma intervenção em áreas estratégicas do sector da saúde. Para tal, o curso de mestrado disponibiliza UCs obrigatórias transversais à eng^a biomédica associadas a UCs opcionais de diversas áreas. A associação entre as duas escolas (de engenharia e saúde) possibilita diversas vantagens em termos de complementaridade de conhecimentos científicos, recursos pedagógicos e materiais assim como em potenciar protocolos de colaboração com instituições de saúde, incluindo hospitais, clínicas, empresas e centros de investigação. Desta forma nos 5 anos de mestrado desenvolveu-se uma estrutura de formação muito dinâmica. Sendo a

opinião dos alunos sobre o curso positivo. Por ex., a maioria dos alunos inquiridos (de n=24) apresenta uma opinião bastante positiva sobre os Programas das UCs e dos seus professores, indicando que as UCs apresentam um grau de dificuldade médio, isto apesar de avaliarem que algumas apresentam demasiado excesso de trabalho em relação aos ECTS. A qualidade geral do curso foi considerada razoável. O curso apresenta taxas de sucesso académico bastante razoáveis com uma média global de 75%, sendo que as áreas científicas fulcrais do curso (EB e CS) apresentam uma taxa de sucesso média de 80% o que consideramos bastante bom. A eficiência e motivação dos alunos pela formação do curso, é também visível pelo número elevado de propostas de trabalho final de mestrado (TFM) desenvolvidas a pedido dos alunos e de acordo com necessidades de instituições de saúde (ver ficheiro de resposta à CAE). Dos 131 alunos inscritos pela 1ª vez que poderiam apresentar TFM, 34%(n=44) entregaram TFM para defesa pública (8 aguardam defesa). Nestes TFMs 34% foram efetuados com a colaboração de hospitais/clínicas com resultados que incrementam e se estendem inequivocamente à realidade da saúde, não se detendo apenas pelo círculo académico. A dinâmica de realização de TFM assim como de uma formação atual é também devida às atividades de I&D dos seus docentes

Em termos de mobilidade, é de referir a receção de alunos estrangeiros (Cabo Verde, Guiné, Brazil e Espanha), de alunos de Erasmus (Itália e Latvia) e dois dos alunos que realizaram tese em Erasmus na Univ. de Maastrich e na Univ. de Twente

É expectável o aumento de empregabilidade de engenheiros biomédicos, por ex. devido à constante introdução de novas tecnologias e soluções em saúde, às maiores exigências em termos de saúde e do envelhecimento da população da inovação dos planos assistenciais e da transformação dos padrões de doença. Numa sociedade caracterizada pelos elevados avanços tecnológicos, sobretudo nesta área, é crítico formar profissionais capazes de se adaptar à complexidade desta evolução tecnológica e que consigam comunicar com os diferentes profissionais na área. É neste âmbito que se insere à atual oferta de Mestrado em Eng^a Biomédica

6.4. Eventual additional information on results.

The main goal of this study cycle is to train Masters, holders of solid and transversal scientific and technical knowledge in Biomedical Engineering, able to intervene in strategic areas of the health sector. To this end, the master's course provides compulsory UCs transversal to biomedical engineering associated with optional UCs in various areas, as indicated in section 2.4. The association between the two schools (engineering and health) offers several advantages in terms of complementarity of scientific knowledge, pedagogical and material resources as well as enhancing collaboration protocols with health institutions, including hospitals, clinics, companies and research centres.

This way, in the 5 years of the master's edition, a very dynamic training structure was developed. Students presents a very positive opinion concerning the course. For example, most of the students surveyed (from n = 24) have a very positive opinion about the programs of the curricular units and their teachers, indicating that the curricular units present a medium degree of difficulty, although they consider that some of them have too much excess work. The overall quality of the course was considered reasonable (3.48) (see RAC paragraph 2). The course has very reasonable academic success rates with an overall average of 75%, and the core scientific areas of the course (EB and CS) have an average success rate of 80% which we consider to be quite good. The efficiency and motivation of the students for the formation of the course is also visible by the large number of master's degree proposals (TFM) developed at the students' request and according to the needs of health institutions (see CAE response file). Of the 131 students enrolled for the first time who could present TFM, 34% (n = 44) delivered TFM for public defences (8 awaiting defence). In these TFMs 34% were made with the collaboration of hospitals / clinics. The dynamics of performing TFM as well as current training is also due to the R&D activities of its teachers.

In terms of mobility, it is worth mentioning the reception of foreign students (Cape Verde, Guinea, Brazil and Spain), Erasmus students (Italy and Latvia) and two of the students who did their Erasmus thesis at the University of Maastrich and the University of Twente.

Increased employability of biomedical engineers is expected, e.g. due to the constant introduction of new health technologies and solutions, the increased demands on health and the aging of the population. In a society characterized by high technological advances, especially in this area, it is critical to train professionals capable of adapting to the complexity of this technological evolution and able to communicate with different professionals in the area. The master's degree Course aims to meet these requests.

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

Sim

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

<https://www.ipl.pt/iplisboa/qualidade/politica-para-qualidade>

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

<sem resposta>

7.2 Garantia da Qualidade

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

<sem resposta>

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

<no answer>

7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

<sem resposta>

7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

<no answer>

7.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.3. Procedures for the assessment of teaching staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

<sem resposta>

7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

<sem resposta>

7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

<no answer>

7.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

<sem resposta>

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.*<no answer>***8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria****8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos**

8.1.1. Pontos fortes

A análise SWOT foi baseada na recolha de opinião (questionários e entrevistas) junto dos alunos, professores empregadores e parceiros de acolhimento de alunos para a realização do trabalho final de Mestrado.

- 1. O curso está suportado numa forte colaboração entre uma escola de Engenharia (ISEL) e de Ciências da Saúde (ESTeSL). A ligação destas duas áreas torna o curso atrativo para os Licenciados da área da saúde e da área de engenharia. Os alunos partilham experiências e formações das duas áreas enriquecendo os seus saberes.*
- 2. Forte colaboração com Instituições de saúde (hospitais, clínicas, empresas e centros de I&D) exteriores às escolas*
- 3. Objetivos de ciclo de estudo relevantes para a sociedade e com elevado impacto no bem-estar das populações.*
- 4. Estrutura curricular, que face aos resultados, é adequada e cumpre os objetivos propostos.*
- 5. O plano curricular do curso é versátil e conjuga UC obrigatórias com UCs optativas. Permite ter uma formação de base comum, dando depois liberdade a cada estudante para adequar o percurso formativo às suas apetências e áreas de interesse.*
- 6. Equipa de Coordenação e docentes com experiência no ensino, na investigação e na articulação de actividades com a sociedade.*
- 7. Equipe de coordenação com experiência científica, pedagógica e de gestão.*
- 8. Qualidade do ensino apreciada positivamente pelos alunos.*
- 9. Curso que permite estabelecer bons contactos entre estudantes para futuros empregos*
- 10. Ensino com o objetivo de promover o contacto próximo entre os professores e os estudantes.*
- 11. Elevada disponibilidade dos docentes para atender os alunos, retirar dúvidas e apoiar os estudantes nas suas atividades letivas.*
- 12. Horário compatível para trabalhadores estudantes.*
- 13. Matéria interessante, variada e interligada entre si.*
- 14. Incentivo à participação em eventos científicos e conferências.*
- 15. Entreeajuda entre os alunos de áreas diferentes*
- 16. Disponibilidade de infraestruturas laboratoriais para o ensino e I&D na área de intervenção do curso.*
- 17. Ambiente escolar diversificado em termos de experiências pois o curso é lecionado nas duas escolas (ISEL e ESTeSL)*
- 18. Colaborações nacionais e internacionais ligadas às ciências da saúde, ciências da engenharia e engenharia biomédica, com outras instituições de ensino superior, de investigação, empresas e instituições ligadas ao sector da saúde*
- 19. Capacidade de captação de licenciados exteriores às escolas, e com boas médias de licenciatura.*
- 20. Funcionamento da Licenciatura em engenharia biomédica no ISEL desde 2018/19 o que trará novos alunos para o curso.*
- 21. Elevadas taxas de sucesso académico no que se refere ao universo dos estudantes avaliados.*
- 22. Elevada taxa de empregabilidade dos graduados do curso.*
- 23. Reconhecimento do curso pelos empregadores e pela sociedade em geral.*

8.1.1. Strengths

- 1. The SWOT analysis was based on the collection of opinions (questionnaires and interviews) from students, employer teachers and student host partners for the completion of the final Master's work.*
- 2. The course is supported by a strong collaboration between a school of Engineering (ISEL) and school of Health Sciences (ESTeSL). The linking of these two areas makes the course attractive to health graduates but also to engineering graduates. In the classes students share experiences and training in both areas enriching their knowledge.*
- 3. Strong collaboration with health institutions (hospitals, clinics, companies and R&D centers) outside schools.*
- 4. Study cycle objectives relevant to society and with high impact on the well-being of population.*
- 5. Curriculum structure, based on the results, is adequate and meets the proposed objectives.*
- 6. The course syllabus is versatile and combines mandatory UCs with optional UCs. It allows to have a common basic formation, giving freedom to each student to adapt the formative path to their preferences and areas of interest.*
- 7. Interesting subject, varied and interconnected.*

8. *Coordination team and teachers with experience in teaching, research and articulation of activities with society.*
9. *Coordination team with scientific, pedagogical and management experience.*
10. *Quality of teaching positively appreciated by students.*
11. *Course that makes good contacts between students useful for future jobs*
12. *Compatible schedule for student workers.*
13. *Encouraging participation in scientific events and conferences.*
14. *Starting semester with just a few UCs makes the study easier.*
15. *High availability of teachers to tutoring students and support students in their scientific and research activities.*
16. *Availability of laboratory infrastructures for teaching and R&D in the course intervention area.*
17. *Diverse school environment in terms of experiences as the course is taught in both schools (ISEL and ESTeSL)*
18. *National and international collaborations in the health sciences, engineering sciences and biomedical engineering, with other higher education, research, business and health institutions*
19. *Ability to attract graduates from outside schools, and with high end grade in yours formation. .*
20. *The Degree in Biomedical Engineering is taught at ISEL since 2018/19 which will bring new students from the biomedical area to the master course.*
21. *High rates of academic success in the students assessed.*
22. *High employability rate of graduates of the course.*
23. *Recognition of the course by employers and society in general.*

8.1.2. Pontos fracos

1. *Dotação orçamental muito limitada para as escolas.*
2. *Dificuldades para efetuar a renovação e a diversificação do corpo docente.*
3. *Algumas salas de aula a necessitar de reformulação (aquecimento e ar condicionado).*
4. *Laboratórios a necessitar de atualização e reforço de equipamentos e licenças de utilização de software.*
5. *Estrutura curricular mais adaptada para licenciados de não engenharia biomédica.*
6. *Algumas UCs com conteúdos a necessitarem de revisão*

8.1.2. Weaknesses

1. *Very limited budget allocation for schools and for course.*
2. *Difficulties in rejuvenating and diversifying teachers.*
3. *Some classrooms need refurbishment (heating and air conditioning).*
4. *Laboratories in need of new equipment, equipment upgrades and new software licenses.*
5. *Curriculum structure best suited for graduates of non-biomedical engineering.*
6. *Some UCs with content in need of revision*

8.1.3. Oportunidades

1. *Captação de alunos do distrito de Lisboa e de outras regiões do país e que procuram este tipo de oferta.*
2. *Fortalecer as áreas de I&D em engenharia biomédica das escolas.*
3. *Fortalecer a interligação (a nível pedagógico e de I&D) entre as duas escolas (ISEL&ESTeSL)*
4. *Fortalecer a formação dos docentes das duas escolas na área da engenharia biomédica.*
5. *Boa acessibilidade e bons transportes para as escolas.*
6. *Realização com frequência de seminários, colóquios ou palestras*
7. *Incentivo ao empreendedorismo na área do Curso. Alguns professores estão envolvidos na criação de startups na área da saúde e envolvem os alunos do curso.*
8. *Fortalecimento de uma área nova no Politécnico de Lisboa.*
9. *Promoção da colaboração de docentes das duas escolas para formação de equipas de investigação capazes de concorrer a projetos de investigação na área.*
10. *Dinamização de saberes entre pares (estudantes, professores e investigadores).*
11. *Possibilidade de prestação de melhores serviços à comunidade pela conjugação das áreas de engenharia e saúde.*
12. *Melhor aceitação dos profissionais pelos empregadores devido à formação diversificada (engenharia e saúde) mas sólida dos graduados.*
13. *Possibilidade de colaboração com outras universidades com vista à graduação de doutores no Ensino Politécnico.*
14. *Formação de profissionais para a área da biomédica com um conjunto de competências fortes na área da engenharia e da saúde.*
15. *Sugestão de mentorado de alunos mais velhos para os mais novos. Há uma grande mobilização e entreaajuda dos alunos associados à IEEE (EMBS) e ao Núcleo de Estudantes de Biomédica do ISEL que a coordenação do curso apoia ativamente.*

8.1.3. Opportunities

1. *Attracting students from the Lisbon district and other regions of the country looking for this type of offer.*
2. *Good accessibility and good transport to schools.*
3. *Strengthen the areas of biomedical engineering R&D in schools.*
4. *Strengthen the interconnection (scientific, pedagogical and R&D) between the two schools (ISEL & ESTeSL).*
5. *Strengthen the training of teachers in both schools in the field of biomedical engineering.*
6. *Frequent holding of seminars, colloquia or lectures.*
7. *Encouraging entrepreneurship in the course area. Some teachers are involved in creating startups for the health area and are involving students of the course.*
8. *Strengthening of a new area at the Lisbon Polytechnic.*
9. *Promoting the collaboration of teachers from both schools to form research teams capable of competing for research projects in the area.*
10. *Promotion of knowledge among peers (students, teachers and researchers).*
11. *Possibility of providing better services to the community through the combination of engineering and health areas.*
12. *Better acceptance of professionals by employers due to diversified training (engineering and health) but solid graduates.*
13. *Possibility of collaboration with other universities with a view to graduating doctors in polytechnic education.*
14. *Training of biomedical professionals with a strong skill set in engineering and health.*
15. *Suggested mentoring from older students to younger ones. There is a great mobilization and support from the IEEE (EMBS) and ISEL Biomedical Students Group. The course coordination actively supports these groups of students.*

8.1.4. Constrangimentos

1. *Deficiente perceção do valor do ensino politécnico para a sociedade*
2. *Ambiente económico e baixo orçamento.*
3. *Perda de competitividade na investigação face à condensação de centros de ID nas Universidades.*
4. *Preparação anterior dos alunos.*

8.1.4. Threats

1. *Poor perception of the value of polytechnic education for society*
2. *Economic environment and low budget.*
3. *Loss of competitiveness in research due to the condensation of R&D centers in universities.*
4. *Previous preparation of students.*

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Aumentar a dotação orçamental para as escolas.

8.2.1. Improvement measure

Increase budget allocation for schools.

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Alta, alguns anos.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

High, a few years.

8.1.3. Indicadores de implementação

Taxa de aumento do OE para as escolas envolvidas no Mestrado.

8.1.3. Implementation indicator(s)

OE increase rate for schools involved in the Master.

8.2. Proposta de ações de melhoria**8.2.1. Ação de melhoria**

Renovar e diversificar cientificamente o corpo docente.

8.2.1. Improvement measure

Renew and scientifically diversify faculty teachers.

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Média, alguns anos.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

Medium, several years.

8.1.3. Indicadores de implementação

Abaixamento da média de idades dos professores.

Número de novas áreas científicas de PhD dos docentes.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Lower average age of teachers.

Number of new PhD scientific areas of teachers.

8.2. Proposta de ações de melhoria**8.2.1. Ação de melhoria**

Melhorias das salas de aula (aquecimento e ar condicionado).

8.2.1. Improvement measure

Classroom improvements (heating and air conditioning).

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Alta, um ano.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

High, one year.

8.1.3. Indicadores de implementação

Taxa de salas de aula afetas ao curso com boas condições térmicas.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Rate of classrooms allocated to the course with good thermal conditions.

8.2. Proposta de ações de melhoria**8.2.1. Ação de melhoria**

Melhoria dos equipamentos e software nos Laboratórios.

8.2.1. Improvement measure

Improvement of equipment and software in laboratories.

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Média, dois anos com financiamento do IPL.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

Medium, two years with IPL funding.

8.1.3. Indicadores de implementação

*% de equipamento renovado.
Número de licenças de software adquiridas.*

8.1.3. Implementation indicator(s)

*% of equipment renewed.
Number of software licenses purchased.*

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Adaptar a estrutura curricular a licenciados de engenharia biomédica.

8.2.1. Improvement measure

Adapt the curriculum structure to graduates of biomedical engineering.

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Alta, proposta neste processo junto da A3ES. Um ano.

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

High, proposed in this process to A3ES. One year.

8.1.3. Indicadores de implementação

Accreditação e aprovação da nova estrutura curricular.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Accreditation and approval of the new curriculum structure.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Revisão de algumas UCs

8.2.1. Improvement measure

Review of some UCs

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

Alta, Depende da aprovação da reestruturação,

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

High, Depends on restructuring approval.

8.1.3. Indicadores de implementação

Número de UCs com programa revisto.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Number of UCs with revised program.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

O mestrado foi criado em 2014, para licenciados em eng^a e ciências da saúde, dado na altura não haver licenciatura em eng^a biomédica no IPL. No entanto, nas últimas 2 edições, os alunos licenciados em eng^a tem aumentado, em especial de eng^a biomédica. Na presente edição 42% dos alunos são licenciados em

eng^a biomédica ou tecnologia biomédica ou biomecânica. É expectável que este tipo de candidato aumente, dado o ISEL ter iniciado a formação em lic. em eng^a biomédica em 2018. De forma a adaptar o curso a este novo tipo de aluno, propõem-se a passagem de UCs obrigatórias para opcionais assim como a introdução de mais UCs opcionais para alargar as alternativas de escolha de percurso académico. A necessidade de o aluno efetuar uma das UCs de opção 1 continua a ser definida pela coordenação. O aluno deve selecionar nos primeiros 3 semestres as restantes UCs opcionais, entre as UCs das opções 2 a 4, respetivamente, de forma a perfazer com as UCs obrigatórias um mínimo de 30 ECTS. O curso são 120 ECTS

Após 5 anos de criação do curso é também necessário efetuar atualizações pedagógicas em algumas UCs

Em suma, a proposta de atualização do curso compreende o seguinte:

- 1) O reajuste da designação da UC de Física Médica Avançada para Física Médica II
- 2) Biomecânica, Empreendedorismo e Instrumentação Médica passam a opcionais
- 3) Reajuste de hrs de trabalho e contacto /respetivos ECTS de: Anatomofisiologia e Sensores e Eletrónica
- 4) O reajuste do conteúdo programático e/ou metodologias de ensino e/ou avaliação de: Imagiologia, Sistemas de Informação para a Saúde, Aprendizagem Automática, Gestão de Equipamentos Médicos, Instrumentação Médica (redesignada para Instrumentação Médica, Sensores e Circuitos), Processamento Digital de Imagem (redesignada para Fundamentos de Processamento de Imagem Médica para focar o cariz de fundamentos e aplicativo em imagem médica). As UCs de Seminário 1 e 2 foram reestruturadas para incluírem conceitos de metodologias de investigação ao longo do 1º ano de formação, e por consequência foi removida a UC do 2º ano de Metodologias de Investigação
- 5) Medicina Regenerativa foi reestruturada para Eng^a de Células e de Tecidos, focando a área de eng^a biomédica
- 6) Terapias Avançadas foi reestruturada para focar a terapia génica e farmacogenómica,
- 7) Ortoprotesia e Órgãos Artificiais foi reestruturada para uma orientação mais associada à engenharia, sendo redesignada para Dispositivos Médicos e Órgãos Artificiais. Por consequência foi introduzida no semestre seguinte a esta UC, a UC opcional de Avaliação Funcional de Dispositivos Médicos
- 8) Dado o elevado interesse dos alunos pelas áreas de modelação de sistemas fisiológicos, física médica e processamento de imagem foram também introduzidas as seguintes 4 novas UCs: Métodos Matemáticos em Eng^a Biomédica; Física Médica III, Processamento de Imagem e Visão e Análise Multiparamétrica de Imagens Médicas

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

The course was conceived in 2014, for graduate students in eng. and health sciences, given that at the time there was no undergraduate course in biomedical eng. being offered by IPL. However, for the past 2 editions of the course, the students graduated in engineering and in particular biomedical engineering have been increasing. In the current edition 42% of the students have a degree in biomedical engineering, biomedical technologies or biomechanics. It is to be expected that this type of candidate increases, given that ISEL has begun the BSc in biomedical eng. during 2018/19. So as to adapt the course to this new type of student, we propose that several mandatory UCs become optional, as well as the introduction of further optional UCs so as to enlarge the choice of academic path for the students. The need for the student to take one of the option UCs1 remains defined by the coordination. The student must select in the first 3 semesters the remaining optional UCs, from the UCs of options 2 to 4, respectively, in order to make with the mandatory UCs a minimum of 30 ECTS. The course is 120 ECTS

Five years after the creation of this cycle of studies it is equally necessary to perform pedagogical updates in some of the UCs.

Thus, the proposal to restructure the course includes the following measures:

- 1) The change of the designation of the UC hitherto known as Advanced Medical Physics to Medical Physics II
- 2) Biomechanics, Entrepreneurship and Medical Instrumentation become optional Ucs
- 3) An adjustment of the work and contact hours, and respective ECTS, for: Anatomophysiology and Sensors and Electronics
- 4) An adjustment of the program and/or teaching methodologies and/or evaluation procedures for: Imagiology, Healthcare Information Systems, Automatic Learning, Medical Equipment Management, Medical Instrumentation (renamed for Medical Instrumentation, Sensors and Circuits), Digital Image Processing (renamed as Fundamentals of Medical Image Processing, to focus the analysis of medical imaging). Seminars I and II have been restructured to include concepts of research methodologies during the 1st year of formation, and thus the 2nd year UC, Research Methodologies was removed
- 5) Regenerative Medicine was restructured to Cell and Tissue Engineering, focusing the biomedical engineering area.
- 6) Artificial Organs and orthoprotesia was restructured to focus the engineering area, being renamed as Medical Devices and Artificial Organs. Therefore, in the semester following this UC, a new optional UC was introduced, Functional Evaluation of Biomedical Devices
- 7) Given the great interest manifested by the students in the areas of physiological systems modelling, medical physics and image processing, 4 new Ucs were also introduced: Mathematical Methods in Biomedical Engineering; Medical Physics III, Vision and Image Processing, Multiparametric Analysis of Medical Images

9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

9.2.

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

<sem resposta>

9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).

<no answer>

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Biomédica/ Biomedical Engineering	EB	68.5	15	15 a 32,5 ECTS
Ciências da Saúde / Health Sciences	CS	3	0	0 a 23 ECTS
Eletrónica / Electronics	ELE	0	0	0 a 6 ECTS
Informática / Informatics	INF	0	0	0 a 5 ECTS
Economia e Gestão / Economy and Management	EG	6.5	0	0 a 12,5 ECTS
(5 Items)		78	15	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - - 1º ano / 1º semestre

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 1º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1st year/ 1st semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminários I / Seminars I	CS	Semestral	80	TP30	3	
Nanotecnologia e Biosensores/Nanotechnology and Biosensors	EB	Semestral	145	T22.5 TP22.5	5.5	
Gestão da Qualidade em Saúde/ Quality Management in Healthcare	EG	Semestral	170	T22.5 TP22.5	6.5	.
Sensores e Electrónica/ Sensors and Electronics	ELE	Semestral	160	T20 TP10 PL22.5	6	Opção1
Anatomofisiologia/ Anatomophysiology	CS	Semestral	160		6	Opção1

					T37.5 TP7.5 PL7.5		
Biomecânica / Biomechanics	EB	Semestral	150		T22.5 TP22.5	5.5	Opção2
Física Médica II/ Medical Physics II	EB	Semestral	130		T30 TP15	5	Opção2
Imagiologia / Imagiology	EB	Semestral	130		T22.5 TP22.5	5	Opção2
Fundamentos de Processamento de Imagem Médica/ Fundamentals of Medical Image Processing	EB	Semestral	130		T30 PL15	5	Opção2
Processamento de Imagem e Visão/ Vision and Image Processing	EB	Semestral	162		T30 TP7.5 PL30	6	Opção2
Métodos Matemáticos em Engenharia Biomédica/ Mathematical Methods in Biomedical Engineering	EB	Semestral	130		T30 TP30	5	Opção2

(11 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1º ano - 2º semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano - 2º semestre

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

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminários II/ Seminars II	EB	semestral	80	TP30	3	
Engenharia de Células e de Tecidos/ Cell and Tissue Engineering	EB	semestral	160	T30 TP7.5 PL7.5	6	
Dispositivos Médicos e Órgãos Artificiais/ Medical Devices and Artificial Organs	EB	semestral	160	T6 TP7 PL32	6	
Instrumentação Médica, Sensores e Circuitos/ Medical Instrumentation: Sensors and Circuits	EB	semestral	162	T15 TP7.5 PL45	6	Opção3
Sistemas de Informação para a Saúde/ Healthcare Information Systems	INF	semestral	130	T22,5 TP22,5	5	Opção3
Engenharia Genética e Diagnóstico Molecular/ Genetic Engineering and Molecular Diagnosis	EB	semestral	130	T22.5 TP9 PL13.5	5	Opção3
Análise Multiparamétrica de Imagens Médicas / Multiparametric Analysis of Medical Images	CS	semestral	130	T30 TP15	5	Opção3
Física Médica III/ Medical Physics III	EB	semestral	130	T30 TP15 PL7.5	5	Opção3

(8 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º ano/ 1º semestre

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

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

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

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

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Automática / Automatic Learning	EB	Semestral	160	T30 TP15	6	
Empreendedorismo/ Entrepreneurship	EG	Semestral	170	T30 TP30	6.5	Opção4
Gestão de Equipamentos Médicos/ Medical Equipment Management	EG	Semestral	160	T15 TP30	6	Opção4
Terapia Génica e Farmacogenómica / Gene Therapy and Pharmacogenomics	CS	Semestral	160	T22.5 TP15.5 PL7	6	Opção4
Avaliação Funcional de Dispositivos Biomédicos/ Functional Evaluation of Biomedical Devices	CS	Semestral	160	T30 PL15	6	Opção4
Trabalho Final de Mestrado / Final Master Work	EB	Anual	1070	OT60 E:350	42	

(6 Items)

9.4. Fichas de Unidade Curricular**Anexo II - Métodos Matemáticos em Engenharia Biomédica**

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Métodos Matemáticos em Engenharia Biomédica

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Mathematical Methods in Biomedical Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
EB

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
130

9.4.1.5. Horas de contacto:
T – 30h TP - 30h

9.4.1.6. ECTS:

5

9.4.1.7. Observações:*Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Alberto de Sousa Rodrigues (30h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Cristina Isabel Caetano Ferreira Januário (30h)**Jorge das Neves Duarte (30h)***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Após aprovação na unidade curricular, o aluno deverá ser capaz de:*

- 1. Compreender o processo de modelação inerente à resolução de um problema concreto.*
- 2. Discutir a formulação de modelos utilizando técnicas analíticas.*
- 3. Utilizar técnicas e métodos computacionais adequados para o estudo da dinâmica de um modelo.*
- 4. Validar um modelo e estimar parâmetros.*
- 5. Empreender uma análise qualitativa das soluções obtidas.*
- 6. Interpretar os resultados obtidos no processo de modelação.*
- 7. Aplicar os conceitos abordados na modelação de diferentes mecanismos naturais.*
- 8. Identificar e utilizar os temas abordados na resolução de problemas no contexto da Engenharia Biomédica.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*After the student receives approval on the curricular unit, he should be able to:*

- 1. Understand the modelling process necessary to solve a practical problem.*
- 2. Discuss the models formulation using analytical techniques.*
- 3. Use techniques and computational methods to study the models dynamics.*
- 4. Validate a model and estimate parameters.*
- 5. Undertake a qualitative analysis of the solutions.*
- 6. Interpret the results of the modelling process.*
- 7. Apply the studied concepts to model several natural mechanisms.*
- 8. Identify and use the studied subjects in the resolution of problems in the context of the Biomedical Engineering.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.A modelação matemática na Engenharia Biomédica (EB). Conceitos básicos de modelação. Modelos empíricos e modelos mecanísticos.*
- 2.Dinâmica unidimensional. Modelos discretos e modelos contínuos, lineares e não-lineares. Comportamento qualitativo geral das soluções, critérios de estabilidade de pontos de equilíbrio. Pontos periódicos e ciclos limite. Pontos de bifurcação e caos.*
- 3.Sistemas dinâmicos discretos. Exemplos concretos de modelos e suas propriedades gerais. A álgebra matricial e os modelos fisiológicos. Valores e vectores próprios e o comportamento assintótico das soluções.*
- 4.Sistemas dinâmicos contínuos. Exemplos de modelos e suas propriedades gerais. Análise no plano de fases e estabilidade.*
- 5.Estudo de modelos com Equações Diferenciais Parciais e métodos de resolução analíticos e numéricos*
- 6.Anatomia de aplicações atuais no contexto da EB: modelos fisiológicos; farmacocinética e farmacodinâmica; crescimento, morte, diferenciação e migração de células; epidemiologia*

9.4.5. Syllabus:

- 1.Mathematical modeling in Biomedical Engineering. Basic concepts of modeling. Empirical models and mechanistic models.*
- 2.One-dimensional population dynamics. Discrete and continuous models, linear and nonlinear models. General behavior of qualitative solutions, stability criteria of equilibrium points. Periodic points and limit cycles. Bifurcation points and chaos.*
- 3.Discrete dynamical systems. Concrete examples of models and their general properties. Matrix algebra and population models. Eigenvalues, eigenvectors and the asymptotic behavior of the solutions.*
- 4.Continuous dynamical systems. Examples of models and their general properties. Phase plane analysis*

and stability.

5. Modelling by Partial Differential Equations, resolution by analytical and numerical methods.

6. Anatomy of current applications in the context of Biomedical Engineering: (i) physiological models, (ii) pharmacokinetics and pharmacodynamics, (iii) cell growth, death, differentiation and migration (iv) epidemiology

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

O objectivo programático 1 é cumprido com a apresentação do conteúdo programático 1.

Os objectivos programáticos 2, 3, 4, 5 e 6 são cumpridos com a apresentação dos conteúdos programáticos 2, 3, 4 e 5, nos quais são amplamente desenvolvidas as capacidades de análise e interpretação de modelos.

Os objectivos 7 e 8 são cumpridos com a apresentação do conteúdo 6.

Para além da teoria estudada em cada capítulo, o recurso sistemático a problemas que ilustram os diferentes conceitos ministrados, traduz-se numa maior motivação, eficácia e espectro da aprendizagem por parte dos alunos. Em particular, as aplicações concretas possibilitam:

- a) transmitir o facto de que a teoria estudada permite a análise e caracterização de modelos de sistemas biológicos;*
- b) praticar a formulação matemática de problemas, sua resolução e crítica dos resultados obtidos;*
- c) ajudar os alunos a reconhecer os conceitos e técnicas estudados quando estes surgirem em outros cursos da sua trajectória académica.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Program objective 1 is met with the presentation of the programmatic content 1.

Programmatic objectives 2, 3, 4, 5 and 6 are met with the presentation of programmatic content 2, 3, 4 e 5, in which the capabilities of model analysis and interpretation are widely developed.

Program objectives 7 and 8 are met with the presentation of the programmatic content 6.

Besides the theory studied in each chapter, the systematic use of problems that illustrate the different concepts taught, translates into a greater motivation, effectiveness and spectrum of the students' learning. In particular, concrete applications enable:

- a) to transmit the fact that the theory studied allows the analysis and characterization of models of biological systems;*
- b) to practise the mathematical formulation of problems, their resolution and criticism of the results obtained;*
- c) to help students recognize the concepts and techniques studied when they appear in other courses of their academic trajectory.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Estudo dos temas utilizando a tecnologia disponível e envolvendo a participação activa dos alunos.

Os alunos realizarão um exame (E) (60% da classificação final (NF)) e um trabalho (T) (40% da classificação final (NF)) ao longo do curso.

O trabalho envolve a resolução de problemas, modelação e o uso de técnicas e métodos computacionais adequados.

$$NF = 0.6 \times E + 0.4 \times T$$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Study of the subjects using the available technology and involving the active participation of the students.

Students will take an exam (E) (60% of the final grade (NF)) and an assignment (T) (40% of the final grade (NF)) throughout the course.

The work involves problem solving, modeling and the use of appropriate computational techniques and methods.

$$NF = 0.6 \times E + 0.4 \times T$$

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

As aulas teórico-práticas são essenciais a uma rigorosa e completa cobertura dos tópicos do programa, enquanto que a resolução de problemas no contexto da Engenharia Biomédica permite ilustrar a aplicação prática dos conceitos e ferramentas estudados. O trabalho individual desenvolverá a autoconfiança nos processos de resolução de problemas e a análise crítica dos resultados.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The theoretical-practical classes are essential to a rigorous and complete coverage of the topics of the program, while the problem solving in the context of the Biomedical Engineering allows to illustrate the practical application of the concepts and tools studied. Individual work will develop self-confidence in problem-solving processes and critical analysis of results.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Bronzino, D. Peterson; Biomedical Engineering Fundamentals (The Biomedical Engineering Handbook, Fourth Edition), CRC Press Taylor & Francis, 2015.
S. Dunn, A. Constantinides, P. Moghe; Numerical Methods in Biomedical Engineering: A volume in Biomedical Engineering, Academic Press, 2006.
J. Enderle, J. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, 3rd Edition, Elsevier, 2012.
D. Kaplan, L. Glass; Understanding nonlinear dynamics, Springer-Verlag, 1998.
G. Ledder, Mathematics for the Life Sciences, Springer, 2013.
G. de Vries, T. Hillen, M. Lewis, J. Müller, B. Schöfnisch; A course in mathematical biology, Siam, 2006.
N. Britton, Essential mathematical biology, Springer-Verlag, 2003.

Anexo II - Análise Multiparamétrica de Imagens Médicas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Multiparamétrica de Imagens Médicas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Multiparametric Analysis of Medical Images

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

130h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T 30h; T/P 15h

9.4.1.6. ECTS:

5

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Margarida do Carmo Pinto Ribeiro (T - 15 h; T/P - 5h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Luís Manuel Carvalho Freire (T - 10h; T/P - 5h)

Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira (T - 5h; T/P - 5h)

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

No final da Unidade Curricular os estudantes devem ficar habilitados a:

1. Compreender o papel central das tecnologias de imagem médica na medicina personalizada e de precisão.

2. Ser detentores de conhecimentos essenciais sobre a quantificação e utilização, baseada em parâmetros analíticos de imagem, para complemento do diagnóstico clínico.

3. Compreender como as propriedades dos tecidos biológicos, através da aquisição de imagens médicas, interagem na produção de elevada quantidade de dados analíticos para percepção da relação entre a estrutura e função dos tecidos vivos com vista ao suporte à decisão clínica.

4. Conhecer as capacidades da imagem médica, para medição, quantificação e análise de parâmetros intrínsecos que, para além da simples reprodução da imagem, permitem a determinar a constituição das propriedades biofísicas do tecido *in vivo*.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this subjects the students should be able to:

1. Understand the central role of medical imaging technologies in personalized and precision's medicine.

2. Hold essential knowledge about quantification and handling, based on analytical imaging parameters, to complement the clinical diagnostic.

3. Understand how the properties of biological tissues, through medical imaging, interact in the production of large amounts of analytical data to perception the relationship between structure and function of living tissues to support to best clinical decision.

4. Know the capabilities of medical imaging, for measurement, quantification and analysis of intrinsic parameters that, beyond the simple reproduction of the image, allow determining the composition of *in vivo* biophysical tissue properties.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Dispositivos médicos e modalidades de hardware combinadas em Imagem Médica
2. Análise translacional e extração de dados
3. Métodos invasivos e não invasivos em medicina de precisão
4. Contributos do Big data e Inteligência Artificial na quantificação de dados de imagem médica
5. Imagem médica multi-nível: Anatómica; Funcional, Metabólica, Proteica e Genómica
6. Conceito de análise de reprodutibilidade
7. Construção de modelos automáticos para extração de dados multiparamétricos
8. Radiomics e seu workflow
9. Taxa de transferência de dados
10. Inferência proteo-genómica e fenotípica a partir de imagens radiológicas
11. Formato 2D, análise e quantificação da forma e textura de lesões
12. Análise em 3 dimensões de textura forma, localização, volume, superfície e densidade
13. Neuroanatomia computacional por morfometria
14. Imagem quantitativa na estimativa do risco oncológico
15. Biomarcadores, prognóstico e decisão terapêutica

9.4.5. Syllabus:

1. Medical devices and combined modalities of medical imaging hardware
2. Translational analysis and data extraction
3. Invasive and noninvasive methods in precision medicine
4. Big Data and Artificial Intelligence contributions to quantifying data from medical imaging
5. Multi-level medical imaging: Anatomical; Functional, Metabolic, Protein and Genomic
6. Reproducibility analysis concept
7. Construction of automatic models for multiparametric data extraction
8. Radiomics and its workflow
9. Data transfer rate
10. Proteo-genomic and phenotypic inference from radiological images
11. 2D format, analysis and quantification of lesion shape and texture
12. 3D analysis of texture shape, location, volume, surface and density
13. Computational neuroanatomy by morphometry
14. Quantitative image in cancer risk estimation
15. Biomarkers, prognosis and therapeutic decision

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, dado que o programa foi concebido de forma a cobrir os princípios translacionais subjacentes aos processos para extração e utilização da grande quantidade de dados que as imagens médicas produzem. Esse dados na

maioria dos casos são desaproveitados podendo, desde que utilizados de forma correta, ser uma mais-valia em contexto clínico.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus is consistent with the objectives of the course, as the program was designed to cover the translational principles underlying the processes for extracting and using the large amount of data that medical images produce. These data are in most cases discarded and, if used correctly, can be an asset in the clinical context.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- a) *Metodologia expositiva em tipologia teórica e discussão final com questões*
- b) *A metodologia Teórico-prática recorrerá a exercícios, modelos, simulações e trabalhos em grupo*

Avaliação:

1 ficha de tipologia aplicada em grupo (NFG) com questões de tipo misto, a meio do semestre (30% da nota final)

1 teste (NT) escrito individual com questões do tipo misto no final do semestre (70% da avaliação final)

A nota final (NF) será dada por: $NF = NF \times 0.3 + NT \times 0.7$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- a) *Expository methodology in theoretical typology with questions in discussion form.*
- b) *Theoretic-practical methodology will use exercises, models, simulations and group work.*

Evaluation:

1 form applied in-group (FGC) with mixed type questions, mid-semester (30% of final grade)

1 individual written test (TC) with mixed-type questions at the end of semester (70% of final grade)

The final classification (FC) will be calculated by: $FC = FGC \times 0.3 + TC \times 0.7$

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

Para melhor integração e solidez dos conhecimentos a adquirir as metodologias de ensino tomam o formato de Teóricas para explanação dos conceitos essenciais e usando o método de pergunta-resposta e interação e debate para apelo à reflexão, sendo complementadas com a modalidade Teórico-prática onde serão, de forma adaptada e integrada, usadas as metodologias descritas em 7.b).

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

For better integration and firmness of knowledge, the teaching methodologies take the format of Theoretical type for explanation of the essential concepts and also using the question-answer and interaction and debate method to request for reflection, being complemented with the theoretical-practical modality where they will be, in an adaptive and integrative mode, using the methodologies described in 7.b).

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Principal:

[1] Sack I, Schaeffter T. Editors . Quantification of Biophysical Parameters in Medical Imaging. Springer. 2018

[2] Bronzino J. Biomedical Engineering Fundamentals. Taylor and Francis Group CRC Press. 2006. Third Edition.

[3] Smith N and Webb A. Introduction to Medical Imaging; Physics, Engineering and Clinical Applications. Cambridge Texts in Biomedical Engineering. 2012.

Bibliografia Complementar

[4] Li ZC, et al. Multiregional radiomics profiling from multiparametric MRI : Identifying an imaging predictor of IDH1 mutation status in glioblastoma. Cancer Med. 2018; 7(12): 5999-6009.

[5] Liang C. Cheng Z. Huang Y. He L. & Chen X. An MRI-based Radiomics Classifier for Preoperative Prediction of Ki-67 Status in Breast Cancer. Acad Radiol. 2018 Sep; 25 (9): 1111-1117.

[6] Lambin P. et al. Radiomics: the bridge between medical imaging and personalized medicine. Nat Rev Clin Oncol. 2017 Dec; 14(12):749-762.

Anexo II - Dispositivos Médicos e Órgãos Artificiais

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dispositivos Médicos e Órgãos Artificiais

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Devices and Artificial Organs

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

160

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 6h ; TP - 7h; PL - 32h

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Amélia Ramos Loja, (2h TP + 9h PL)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Filipe de Almeida Milho, (2h TP + 9h PL)

Ricardo Fontes Portal, (11h PL)

Miguel Minhalma, (6h T + 3h TP e 3h PL)

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

Esta unidade curricular encontra-se organizada em dois módulos; designadamente num módulo de dispositivos médicos (33 horas de contacto) e num de órgãos artificiais (12 horas de contacto). Assim, no caso do primeiro módulo, pretende-se conferir conhecimentos na área da aquisição de informação caracterizadora das superfícies 3D de estruturas anatómicas e de dispositivos médicos, a que segue a sua reconstrução e ligação à modelação geométrica de dispositivos personalizados/adaptados). Constituem igualmente objectivos deste módulo a simulação do comportamento mecânico de dispositivos bem como a avaliação de requisitos associados à sua reprodução por prototipagem rápida.

O segundo módulo visa dar a conhecer a constituição e operação de diferentes tipos de órgãos artificiais que atuam ao nível dos sistemas urinário, pancreático, hepático e pulmonar.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curricular unit is organized into two modules, namely in a medical devices module (33 contact hours) and in an artificial organs module (12 contact hours). In the first one, one intends to confer knowledge in the area of 3D surface information acquisition of anatomical structures and medical devices. This is followed by the corresponding reconstruction and connection to geometrical modelling of customized devices/adapted). There are also objectives of the first module the mechanical behavior simulation as well as the evaluation of rapid prototyping requisites.

The second module aims at exposing the constitution and operation of different types of artificial organs acting at urinary, pancreatic, hepatic and pulmonary systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Engenharia Inversa para caracterização geométrica de estruturas anatómicas internas/externas e/ou dispositivos médicos. Varrimento activo/passivo, enquanto técnica não invasiva para caracterização geométrica de superfícies 3D. Nuvens de pontos.

2. Interface com software para visualização/processamento das nuvens, e subsequente modelação geométrica de superfícies/sólidos. Re-engenharia da estrutura/dispositivo; alteração de acordo com novas funcionalidades ou funcionalidades adaptadas.

3. Interface com software de simulação do comportamento mecânico dessa estrutura/dispositivo.

Reprodução por prototipagem rápida.

4. Introdução à tecnologia de membranas.

5. Aplicação dos processos de membranas aos órgãos artificiais que atuam ao nível dos sistemas urinário, pancreático, hepático e pulmonar.

6. Rim, pâncreas, fígado artificiais e pulmão artificial e transferência de oxigénio no sangue.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Reverse Engineering for geometrical characterization of external/internal anatomical structures and/or medical devices. Active/Passive scanning, as a non-invasive technique to 3D surfaces characterization. Point clouds.

2. Interface with visualization and clouds' processing software, and further geometrical modelling of surfaces/solids. Re-engineering of structures/devices; modification according to new or adapted functionalities to meet.

3. Interface with mechanical behaviour simulation software. Rapid prototyping reproduction.

4. Introduction to membrane technology.

5. Application of membrane processes to artificial organs that act at urinary, pancreatic, hepatic and pulmonary levels.

6. Artificial kidney, pancreas, liver and lung, and oxygen transfer in the blood.

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

Os conteúdos programáticos estão perfeitamente alinhados com os objectivos da unidade curricular.

De modo mais particular, e no caso do módulo I, pretende-se que os diferentes tópicos sejam apresentados e explorados de modo a permitir que os alunos não só apreendam os aspectos de carácter teórico como percepcionem também a sua aplicabilidade em múltiplos domínios da engenharia biomédica e em termos mais gerais noutras áreas da engenharia e das ciências.

É de igual modo relevante a percepção dos processos envolvidos como uma estrutura lógica com passos perfeitamente sistematizados embora com especificidades que serão função da estrutura anatómica ou do dispositivo/orgão em análise.

Em termos mais globais os conteúdos programáticos permitem que os objectivos da unidade curricular sejam atingidos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus content is perfectly aligned with the curricular unit objectives.

In the first module case, the different topics are presented and explored in a way that promotes students' learning of the theoretical aspects and additionally their understanding on the concepts' applicability in multiple domains of biomedical engineering and in other engineering and science areas.

It is also relevant the perception of the processes involved as a logical structure with perfectly interconnected steps although with specificities that will depend on the structures/organ to analyse.

Globally, the syllabus' content promotes and guarantees the curricular unit' objectives will be achieved.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O módulo I possui uma natureza híbrida em que a seguir a uma fase inicial de carácter teórico utilizando uma metodologia de ensino expositivo, se seguem demonstrações dos processos de aquisição de informação em laboratório e reconstrução computacional de objectos e subsequente análise e/ou reprodução. Após a fase de apresentação das diferentes etapas do processo de engenharia inversa, o aluno inicia um processo específico. O módulo I é avaliado através de um trabalho pedagogicamente fundamental (NM1).

O módulo II possui uma natureza híbrida com aulas teórico e teórico/prático utilizando uma metodologia de ensino expositivo e resolução de exercícios, e com a realização de um trabalho laboratorial. O módulo II envolve a realização de um exame (1,5h) (NM2).

*A classificação final (NF), é dada por: $NF=2/3*NM1 + 1/3*NM2$*

O aluno obterá aprovação para uma classificação final superior ou igual a 9.5 valores, sendo que NM1 e NM2 terão de ser também superiores ou iguais a 9.5 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The first module has a hybrid nature wherein after an initial theoretical phase using an expositive teaching methodology, a set of laboratorial demonstrations of the acquisition and computational reconstruction processes for further analysis and/or reproduction is developed. After the presentations, the student starts a specific "object" reverse engineering process. This module is evaluated through a pedagogically fundamental work (NM1).

The second module has also a hybrid nature with theoretical and theoretical-practical classes, using an expositive teaching methodology and problem resolution, and a laboratory work development. This module is evaluated through an assessment examination (1,5h) (NM2).

*The final classification (NF) is the result of: $NF=2/3*NM1 + 1/3*NM2$*

The student will be approved if he/she obtains a final classification equal or superior to 9.5 values, being NM1 and NM2 also not inferior to 9.5 values.

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

A forte vertente experimental e computacional, constitui uma metodologia de ensino muito eficaz no contexto do módulo I, confirmada pela experiência já existente em condições similares e que se encontra aliás amplamente disseminada nomeadamente em múltiplos programas doutorais, onde a vertente “hands-on training” é privilegiada.

Nesse sentido a elaboração de um projecto de engenharia inversa que se segue à apresentação teórica, vai evoluindo ao longo do tempo com o acompanhamento docente permite que os objetivos da unidade curricular sejam atingidos.

As aulas teóricas são essenciais a uma rigorosa e completa cobertura dos tópicos do programa. A resolução de exercícios em contexto de aula permite ilustrar a aplicação prática dos conceitos e ferramentas estudados, ao mesmo tempo que se aprofundam os conhecimentos teóricos. A realização do trabalho laboratorial no módulo II permitirá aos alunos entrar em contacto com a tecnologia de membranas ao nível da sua preparação e da sua aplicação.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The strong experimental and computational component constitutes an efficient teaching methodology in the first module. This is validated by the existing experience in similar conditions, being also broadly disseminated namely in doctoral programs, where the hands-on training approach is privileged.

In this sense, the initiation of a reverse engineering project after the theoretical fundamentals exposition, and its development along the curricular unit with teachers’ supervision, allow to guarantee that the curricular unit objectives are satisfied.

The theoretical classes are essential to a rigorous and complete coverage of the program topics. The resolution of exercises in classes’ context allows illustrating the practical application of concepts and tools learned, as the same time the theoretical concepts are deepened. The development of a laboratorial work in the second module will allow the students to contact with the membrane technology at their preparation and application levels.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] *Reverse Engineering*. Editors Vinesh Raja, Kiran J. Fernandes, Springer Verlag 2008.

<https://doi.org/10.1007/978-1-84628-856-2>

[2] *Medical Devices and Systems*, 3rd edition. Editor Joseph D. Bronzino, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. ISBN 0-8493-2122-0

[3] *Introduction to Biomedical Engineering*. Editors J. Enderle, J. Bronzino, Academic Press, 3rd Edition, 2012.

[4] *Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation*, third edition. Eds. Michelle M. Lusardi, Milagros “Millee” Jorge, Caroline Nielsen. Elsevier Saunders, USA, 2013. ISBN 978-1-4377-1936-9.

Anexo II - Engenharia de Células e Tecidos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Cell and Tissue Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

160h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30h, TP - 7.5h, PL - 7.5h

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:*obrigatória***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Cecília Ribeiro da Cruz Calado, T - 16.5h, TP - 3.5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria Alexandra Sousa Rodrigues, T - 7.5h, TP - 3h, PL - 4.5h**Luís Miguel Minhalma, T3, TP - 1h, PL - 3h**Maria Paula Alves Robalo, T - 3h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. Conhecer os métodos de obtenção e isolamento de células primárias e estaminais, de processos de immortalização e de manutenção.*
- 2. Entender a relevância do metabolismo celular para a manutenção de células e tecidos em cultura e da biologia do desenvolvimento para a compreensão dos diferentes tipos de células e tecidos.*
- 3. Apreender a organização de tecidos, a relevância da matriz extracelular, comunicação entre células, interações relevantes entre células e matriz e biomaterial.*
- 4. Adquirir conceitos sobre biomateriais utilizados em engenharia de tecidos, incluindo o seu fabrico e caracterização.*
- 5. Saber identificar as principais estratégias utilizadas pela terapia celular e engenharia de tecidos na medicina regenerativa.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Know about methods of production and isolation of primary and stem cells, processes of immortalization and for cell line maintenance.*
- 2. Understand the importance of cell metabolism for cell and tissue culture and be familiar with developmental biology in order to recognise different types of cells and tissues.*
- 3. Learn the concepts of tissue organization, the relevance of the extracellular matrix, cell-cell communication, significant interactions between cells and matrix and biomaterial.*
- 4. Provide an integrated background on biomaterials for potential tissue engineering applications, including biomaterial scaffold fabrication and characterization.*
- 5. Be able to identify cell therapy and tissue engineering strategies applied to regenerative medicine.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Biologia do desenvolvimento e tipos de células e de tecidos.*
- 2. Organização de tecidos, matriz extracelular, moléculas de aderência, comunicação entre células e interações relevantes.*
- 3. Metabolismo celular e cultura de células e de tecidos.*
- 4. Métodos de obtenção de células primárias e estaminais, isolamento, immortalização e manutenção.*
- 5. Principais biomateriais utilizados em engenharia de tecidos: desenvolvimento e caracterização.*
- 6. Reações do hospedeiro a produtos de terapia celular e de engenharia de tecidos: proteínas, células, tecidos e suas interações com materiais. Resposta a corpo estranho, toxicidade sistémica, hipersensibilidade, tumorigenese e biocompatibilidade.*
- 7. Principais estratégias utilizadas pela terapia celular e engenharia de tecidos na medicina regenerativa.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Developmental biology: cell and tissue types.*
- 2. Tissue organization, extracellular matrix, adhesion molecules, cellular communication and relevant interactions.*
- 3. Cell metabolism. Cell culture and tissue culture.*
- 4. Methods for obtaining primary and stem cells. Isolation and cell immortalization techniques. Methods for cell line maintenance.*
- 5. Fabrication and characterization of biomaterials for tissue engineering.*
- 6. Host reactions to cell therapy products and tissue engineering: proteins, cells and tissues and interactions with biomaterials. Foreign body reaction, systemic toxicity, hypersensitivity, tumorigenesis and biocompatibility.*
- 7. Cell therapy and tissue engineering strategies in regenerative medicine.*

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

De forma a que o aluno apreenda a aplicabilidade da engenharia de células e tecidos para uma medicina regenerativa é necessário compreender a biologia do desenvolvimento e o metabolismo das células em cultura. O conhecimento dos procedimentos de expansão e manutenção de células e tecidos em cultura e a compreensão das interações entre células, interações entre células e a matriz e o biomaterial são fundamentais para identificar as principais características dos biomateriais com aplicação em engenharia de tecidos. Apenas após a aprendizagem destes conceitos, é que o aluno poderá apreender os exemplos de aplicação da medicina regenerativa e delinear estratégias para uma medicina regenerativa.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Students first learn the biology of development and metabolism of cells in culture and then perceive the applicability of cell and tissue engineering for regenerative medicine. Knowledge of procedures for expansion and maintenance of cells and tissue cultures and understanding cell-cell communication, interactions between cells and the matrix and biomaterial are fundamental to identify the main characteristics of biomaterials with applications in tissue engineering. Only after learning these concepts is that the student can grasp the examples of application of regenerative medicine and outline strategies for regenerative medicine.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nesta UC são utilizadas aulas expositivas para a exploração de conceitos teóricos e aulas interactivas, acompanhadas de aulas teórico-práticas e laboratoriais. O estudo em aulas teóricas de um bloco de matéria implica sempre uma aula teórico-prática ou uma aula laboratorial, de forma a fortalecer os conhecimentos ministrados nas aulas teóricas.

A avaliação baseia-se numa componente de avaliação contínua (AC) e num exame (E):

Avaliação contínua (AC):

Constituída por uma Apresentação Oral (AO) de um artigo científico sobre uma temática do programa e pelos Relatórios das Aulas Laboratoriais (RL). A nota da componente de avaliação contínua é obtida por:
 $NAC = 0.7 \cdot AO + 0.3 \cdot RL$

Avaliação por exame:

Realização de um exame (E) com 2h duração. $NE \geq 9.5$.

Classificação final: $NF = 0.4 \cdot NAC + 0.6 \cdot NE$. Aprovação com $NF \geq 9.5$

Arredondamento às unidades. Por defeito antes das cinco décimas, por excesso a partir de cinco décimas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In this curricular unit two types of class are used: expositive to explore the theoretical concepts, and interactive lessons (TP or Lab). Each lecture always involves theoretical and practical classes or laboratory classes in order to strengthen the knowledge taught in lectures.

The evaluation is based on a continuous evaluation (CE) and an Exam (E), as follows:

Continuous evaluation:

The continuous evaluation (CE) includes the accomplishment of an Oral Presentation (OP) of a scientific article that covers one of the studied topics and by Laboratory Reports (LR) as follows:
 $CEG = 0.7 \cdot OP + 0.3 \cdot LR$

Exam evaluation:

The written exam (E) has 2h duration. $EG \geq 9.5$

Final Grade (FG): $FG = 0.4 \cdot CEG + 0.6 \cdot EG$. $FG \geq 9.5$

Rounded to units. By defect, beneath five tenths, per excess, from five tenths.

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

A utilização de aulas expositivas e interactivas no processo de aprendizagem permite exemplificar a aplicação dos conceitos teóricos transmitidos aos alunos. Durante as aulas, os alunos são chamados a intervir na resolução de problemas, havendo preocupação de fazer a ligação entre as matérias leccionadas nesta unidade curricular e as matérias leccionadas em unidades curriculares anteriores.

A componente de avaliação contínua, que inclui o desempenho nas aulas laboratoriais, força os alunos a um acompanhamento mais activo da matéria ao longo do semestre, contribuindo para a melhoria dos resultados da aprendizagem.

A componente da avaliação por exame inclui todos os conceitos transmitidos, permitindo uma avaliação correcta dos alunos que cumpriram os objectivos de aprendizagem estipulados.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Expository lectures and interactive classes in the learning process allow the exemplification of the application of theoretical concepts transmitted to students. During classes students are stimulated to participate in problem solving and to relate learnt topics in this course and the topics from previous courses.

The introduction of the continuous evaluation component and monitoring during the semester force students to maintain an ongoing study contributing to the improvement of learning outcomes. The evaluation component exam involves all concepts transmitted allowing a correct evaluation of students that met the learning objectives stipulated.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Bronzino J.D., Petersen D.R. 2015. *Molecular, Cellular and Tissue Engineering*, CRC Press.
2. Kaster C., Charwat C., Lavrentieva A. 2018. *Cell culture technology*. Springer.
2. Cabral J.M.S., da Silva C.L., Chase L.G., Diogo M.M. 2016. *Stem Cell Manufacturing*. Elsevier
3. Ma P. 2014. *Biomaterials and Regenerative Medicine*. Cambridge Univ Press.
4. Tanzi M.C., Faré S., Candiani G. 2019. *Foundations of Biomaterials engineering*. Elsevier.
5. Blitterswijk CA, De Boer J. 2015. *Tissue Engineering*. Academic Press.
6. Atala A., Lanza R., Mikos T., Nerem R. 2018. *Principles of Regenerative Medicine*. Academic Press

Anexo II - Física Médica III**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Física Médica III

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Physics III

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

130h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30h, TP - 15h, PL - 7.5h

9.4.1.6. ECTS:

5

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Miguel Martins Ferreira, 52.5h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

-

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

1. *Compreensão aprofundada da interação da radiação ionizante com a matéria. Radioterapia, terapia de prótons.*
2. *Compreensão dos métodos de simulação Monte Carlo da interação da radiação ionizante com a matéria. Uso de diversos programas de simulação (PENELOPE, GEANT, FLUKA)*

3. *Desenvolvimento de programas de simulação para situações de interesse médico para cálculos dosimétricos. Exames PET e TAC, terapia com feixes de fótons e prótons.*

4. *Compreensão dos mecanismos de produção de radiação (ciclotrões, LINACs).*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1. *Deep understanding of the interaction of ionizing radiation with matter. Radiotherapy and proton therapy.*

2. *Understanding of Monte Carlo simulation methods for ionizing radiation interaction with matter. Usage of several simulation codes (PENELOPE, GEANT, FLUKA).*

3. *Development of simulation codes for situations of medical interest for dosimetric calculations. TAC and PET scans, therapy with photon and proton beams.*

4. *Understanding of the mechanisms of production of radiation (ciclotrons, LINACs).*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Constituição do núcleo, isótopos e energia de ligação nuclear.*

2. *Radioactividade – declínios alfa, beta e gama e respectivos espectros e balanços energéticos. Lei do declínio radioactivo. Actividade. Datação radioactiva e braquiterapia.*

3. *Reacções nucleares. Secções eficazes e balanço energético.*

4. *Interação da radiação com a matéria. Poder de paragem e alcance. Pico de Bragg. Coeficientes de atenuação de fótons.*

5. *Dosimetria – dose absorvida e sua estimativa (PET, TAC, Gamma Knife).*

6. *Métodos Monte Carlo e sua aplicação em simulações de interesse médico. Funções de distribuição de probabilidade. Fantomas.*

7. *Programas de simulação PENELOPE, GEANT e FLUKA. Desenvolvimento de programas de simulação para cálculos dosimétricos com radiações ionizantes.*

8. *Aceleradores e ciclotrões. Revisões de electromagnetismo e sua aplicação à produção de radiação. Produção de isótopos radioactivos e feixes de electrões, fótons e prótons. Simulação dos espectros de energia em LINACs.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Nuclear structure, isotopes and nuclear binding energies.*

2. *Radioactivity –alpha, beta and gamma decays and respective energy balances and spectra. Radioactive decay law. Activity, chain and parallel decays. Radioactive dating and brachytherapy.*

3. *Nuclear reactions. Cross sections and energy balance.*

4. *Interaction of radiation with matter.*

5. *Dosimetry – absorbed doses and its estimate for situations of clinical interest (PET, TAC, Gamma Knife).*

6. *Monte Carlo methods and its application to simulations of medical interest. Probability distribution functions. Physical and anthropomorphic phantoms.*

7. *Simulation codes PENELOPE, GEANT and FLUKA. Development of simulation codes for dose calculation with ionizing radiation.*

8. *Accelerators and cyclotrons. electromagnetism revisions and its application to radiation production. Radioactive isotope production and production of photon, electron and proton beams. Simulation of energy spectra in LINACs.*

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

O programa segue os critérios utilizados internacionalmente em unidades curriculares semelhantes inseridas em cursos de engenharia. As aulas teóricas são acompanhadas por exemplos promovendo discussão em sala de aula e a mais fácil assimilação da teoria e sua ligação a outras unidades curriculares. A realização dos exercícios das séries de problemas permite aos alunos, individualmente ou em grupo, aplicar os conceitos teóricos a uma variedade de situações práticas e ganharem a necessária confiança para os utilizar nas mais variadas situações. É deste modo incutido nos alunos que o cálculo é um ingrediente essencial da física e que a capacidade de obter resultados numéricos que podem ser verificados pela observação experimental é a base do enorme sucesso das ciências e tecnologias modernas. A ênfase dada à aprendizagem de métodos de simulação computacional é crucial para os alunos poderem dominar uma técnica fundamental na planificação de tratamentos/exames com radiações ionizantes.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus follows the criteria used internationally in similar courses in engineering degrees. Lectures always include several practical examples which promote classroom discussion and easier assimilation of the theory as well as its connection to other courses. The exercises proposed in the problem sets (more than 200) allow students, individually or in group, to apply the theoretical concepts to a wide variety of practical situations and thus gain the necessary confidence and skills to use them correctly in many different contexts. This is to impart to students that calculation is an essential ingredient of physics and the ability to obtain numerical results that can be checked by experimental observation underpins the huge

success of modern sciences and technologies. The emphasis given to learning computational simulation methods is crucial to the students' ability to master a fundamental technique in the planning of therapy/exams with ionizing radiation.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas seguem o método expositivo, sempre acompanhadas de exemplos práticos. As aulas teórico-práticas são utilizadas para esclarecer dúvidas sobre os exercícios propostos nas séries de problemas e que se esperam tenham sido previamente trabalhados pelos alunos. O Moodle conterá amplo material de estudo e "links" externos para material de estudo complementar. As aulas práticas incluirão tutoriais de aplicação dos diferentes programas de simulação e aprendizagens avançadas dos métodos computacional necessários. Para obter aprovação na disciplina, o aluno deverá ter uma nota (NF) igual ou superior a dez valores (70% da componente teórica (NT), 30% da componente prática (NP)) em 2 testes (classificação em cada superior a 8) ou um exame. A componente prática consiste na elaboração de um trabalho escrito sobre uma simulação computacional de um tratamento/exame com radiações ionizantes, e sua apresentação.

A nota final é calculada por: $NF = NT \times 0.7 + NP \times 0.3$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The lectures follow the expository method, always accompanied by practical. Problems classes are designed to clarify difficulties encountered when solving the problem sets that are expected to have been previously worked out by the students. The Moodle will contain study material, past exams and external links to complementary study material. The practical classes will include tutorials of application of the several simulation codes studied, and advanced learning of the required computational methods needed. To be approved in this discipline, the student must have a grade (FG) larger or equal to 10 (70% of the theoretical component (TG), 30% of the practical (PG) one in two tests during the school term (classification in each above 8 or in a final examination. The practical component consists in the elaboration of a written report about a computational simulation of a given treatment/exam with ionizing radiation, and its presentation.

The final grade is calculated by: $FG = TG \times 0.7 + PG \times 0.3$

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

A realização de um número elevado de exercícios permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos. A exposição frequente de exemplos práticos permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso. Pretende-se igualmente, deste modo, fomentar a interação com os alunos e aumentar o seu grau de motivação. A aprendizagem de métodos Monte Carlo e de diversos programas de simulação conhecidos será uma ferramenta importantíssima e permitirá enriquecer o currículo dos alunos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Solving a large number of exercises allows students to strengthen their theoretical knowledge through hands-on practice. Real life examples are used to make a connection with the real world and with other courses. The aim is also to enhance student participation and motivation. The learning of Monte Carlo methods and several known simulation codes will be an important tool which will enrich considerably the curriculum of the students.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Principal:

[1] E.B. Podgorsak, "Radiation Physics for Medical Physicists", Springer, 2010.

[2] S.A. Kane, "Introduction to Physics in Modern Medicine", CRC Press, 2nd edition, 2009.

[3] S.A. Kane, "Introduction to Physics in Modern Medicine", CRC Press, 2nd edition, 2009.

Bibliografia Complementar

[4] K. Krane, "Introductory Nuclear Physics", John Wiley & Sons, 1988.

[5] PENELOPE. Nucl. Instrum. Meth. B 100, 31–46.

[6] GEANT. Physics Research A 506 (2003) 250-303.

Anexo II - Instrumentação Médica: Sensores e Circuitos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação Médica: Sensores e Circuitos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Medical Instrumentation: Sensors and Circuits***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EB***9.4.1.3. Duração:***Semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162h***9.4.1.5. Horas de contacto:***T - 15h, TP - 7.5h, PL - 45h***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***João Pedro Barrigana Ramos da Costa (67.5h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Desenvolver competências de projeto de dispositivos biomédicos através da aplicação de conhecimentos de optoelectrónica, electrónica e computadores.**Compreender aspetos básicos da biofísica, conhecer a origem e características de diversos sinais biomédicos como os electrofisiológicos, de pressão arterial, de pletismografia entre outros.**Conhecer aspetos fundamentais relacionados com a normalização, certificação e legislação de dispositivos médicos.**Adquirir conhecimentos sobre o funcionamento interno dos dispositivos médicos mais comuns de diagnóstico e monitorização do sistema cardiovascular e nervoso, nomeadamente no que respeita a sensores, electrónica, optoelectrónica e computação.**Ser capaz de descrever avanços recentes e linhas de investigação de desenvolvimento dispositivos médicos, em particular envolvendo sensores, electrónica, óptica e fotónica.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To develop competence in the design of biomedical devices by applying knowledge of optoelectronics, electronics and computing.**Introduce basic concepts of biophysics to understand the origin and characteristics of several biomedical signals, in particular electrophysiological signals, blood pressure waveforms, and plethysmography.**Recognize key aspects related to medical device standardization, certification and legislation.**Understand the internal functioning of the most common medical devices for the diagnosis and monitoring of the cardiovascular and nervous systems, in particular in what concerns sensors, electronics, optoelectronics and computational tools.**Being able to describe recent advances and research lines to develop medical devices, in particular involving sensors, electronics, optics and photonics.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Conceitos básicos de instrumentação médica.**Terminologia. Processo de desenvolvimento de instrumentação médica. Aspetos fundamentais relacionados com a normalização, certificação e legislação. Transdutores básicos.**2. Conceitos fundamentais sobre biofísica e aquisição de sinais electrofisiológicos.**Origem dos biopotenciais e suas características. Tipos de eléctrodos. Amplificação e condicionamento de sinais. Fontes de ruído, técnicas de compensação. Dispositivos de aquisição de ECG, EMG e EEG.*

3. Óptica e fotónica na biomedicina.

Sensores de fluorescência, de efeito plasmónico, microarrays. Fotodetetores e circuitos. Oximetria.

4. Instrumentação comum e tópicos selecionados.

Instrumentação comum: medição de pressão arterial, medição de glicemia. Monitores multiparamétricos. Tópicos selecionados: implante coclear, próteses mioeléctricas, interfaces Homem-computador.

9.4.5. Syllabus:

1. Fundamentals of medical instrumentation.

Terminology. Medical instrumentation development process. Basic concepts related to normalization, certification and legislation. Basic transducers.

2. Introduction to biophysics and the acquisition of electrophysiological signals.

Biopotentials and their origin. Types of electrodes. Biopotential amplifiers and signal conditioning. Noise and interference sources, compensation techniques. ECG, EMG, and EEG devices.

3. Optics and Photonics in Biomedicine. Sensors based on fluorescence and plasmonics. Microarrays. Photodetectors and circuits. Oximeters.

4. Common instrumentation and selected topics

Common instrumentation to measure arterial pressure and blood glucose. Multiparameter monitors. Selected topics on cochlear implants, myoelectric prosthetics, Human-machine interfaces.

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

Um dos objetivos de aprendizagem é que os alunos conheçam os blocos funcionais que fazem parte dos dispositivos médicos mais comuns e que desenvolvam capacidades de projeto dos mesmos. Este objetivo é alcançado através da realização de trabalhos práticos de aquisição de sinais biomédicos sobre os tópicos abordados nos pontos 2, 3 e 4 do programa, envolvendo electrónica, optoelectrónica e computadores.

Outro objetivo desta unidade curricular passa por transmitir conhecimentos gerais sobre a origem dos biopotenciais, as suas características bem como alguns aspetos relativos ao sistema de normalização e certificação dos dispositivos médicos, o que é alcançado através dos primeiros dois pontos do programa. Nos pontos 2, 3 e 4 do programa são abordados os sensores e circuitos comuns usados em dispositivos de medição e monitorização de sinais biomédicos, de acordo com os objetivos da unidade curricular.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

One of the learning aims is to know the functional modules that are part of medical devices and to develop know-how in making projects of such devices. This is achieved by making small practical projects for the acquisition of biomedical signals related to topics 2, 3 and 4, using electronics, optoelectronics and computational tools.

Another goal is to know the origin of biopotentials, their characteristics as well as fundamental aspects related to normalization and certification of medical devices which is achieved through the first two items described in the syllabus.

Items 2, 3 and 4 of the syllabus focus on sensors and circuits commonly used in biomedical devices to measure and monitor biomedical signals, in agreement with the goals of the curricular unit.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino baseia-se na exposição e discussão de conceitos, dos seus fundamentos e interligações, recorrendo, sempre que possível, a exemplos práticos relacionados com a temática abordada na aula.

Nas aulas de laboratório são desenvolvidos os trabalhos práticos com o acompanhamento do docente. Após a exposição da matéria relevante os trabalhos são lançados através de um enunciado com os objetivos e metas a alcançar. Devido à forte componente de instrumentação desta unidade curricular a realização dos trabalhos de laboratório é fundamental do ponto de vista pedagógico. Os trabalhos são avaliados com base na avaliação contínua nas aulas práticas, no relatório e na demonstração dos mesmos. Para complementar a avaliação prática é realizada uma prova de avaliação teórica abordando os temas lecionados. A nota teórica pode ser obtida através de discussão oral ou prova escrita. A nota prática corresponde à média dos trabalhos.

*Nota Final=0.7*Nota Prática + 0.3* Nota Teórica*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is supported by several components. The theoretical teaching is dedicated to the presentation and discussion of theoretical concepts and to provide examples of medical instrumentation. In the laboratory, students implement small projects of biomedical devices with the lecturer's orientation. These projects are part of work assignments that state the goals and targets to the

student. Because of the strong instrumentation emphasis of this unit the completion of the laboratory work assignments is fundamental from a pedagogical point of view.

The work assignments assessment is based on the practical lectures the report and demonstration. To complement the practical work there is a component of theoretical assessment which can be obtained based on an oral or written assessment. The practical component mark is the average mark of the work assignments.

Final Mark=0.7 Practical Component+ 0.3* Theoretical Component*

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

Nas aulas teóricas e teórico-práticas são expostos os conteúdos teóricos e realizados exercícios selecionados para os consolidar, incluindo simulações de circuitos e dimensionamentos. O esclarecimento de dúvidas e a discussão de diferentes abordagens para os problemas geram interatividade durante as aulas. Exemplos de aplicação dos conceitos da aula na área da instrumentação médica são fornecidos para motivar os alunos, contribuindo para alcançar os referidos objetivos de aprendizagem. Durante as aulas são realizadas referências a artigos científicos e linhas de investigação permitindo aos alunos conhecer avanços recentes na área.

Nas aulas de laboratório realizam-se pequenos projetos de dispositivos médicos e demonstrações. Os trabalhos são acompanhados pelo docente permitindo ultrapassar dificuldades práticas dos alunos. Os alunos são motivados a investigar opções técnicas fora das horas de contacto para posterior discussão com o docente e desenvolvimento de competências de projeto. A realização deste tipo de trabalhos é fundamental para alcançar os objetivos da unidade curricular.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In theoretical and theoretical-practical lectures the theory is presented and selected exercises are done to consolidate knowledge, including circuit simulations and calculations. The discussion of different approaches to problems generate interactivity during classes. Examples of application of classroom concepts in the area of medical instrumentation are provided to motivate students, contributing to achieve the learning outcomes. During lectures references are made to scientific articles and research lines in order to make students aware of new advances in the field.

In laboratory sessions mini-projects of medical devices and demonstrations take place. The work is closely followed by lecturers to help students overcome practical problems. Students are encouraged to investigate technical options for further discussion with the lecturer, in order to gain project competencies.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Principal:

[1] Medical Instrumentation: Application and Design, John Webster (editor), 4th Ed.; John Wiley and Sons, 2009.

[2] Medical Devices and Human Engineering, Bronzino and Peterson (editors), 1st Ed., CRC Press, 2017

[3] Robert B. Northrop, "Analysis and Application of Analog Electronic Circuits to Biomedical Instrumentation", CRC Press, 2004.

[4] David Prutchi, Michael Norris, Design and development of medical electronic instrumentation : a practical perspective of the design, construction, and test of medical devices, Hoboken : John Wiley & Sons, 2005

Bibliografia Complementar

[5] Introduction to Biophotonics, Paras N. Prasad, A John Wiley & Sons, 2003

[6] Ultra Low Power Bioelectronics, Rahul Sarpeshkar, Cambridge University Press, 2010.

Anexo II - Avaliação Funcional de Dispositivos Biomédicos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Avaliação Funcional de Dispositivos Biomédicos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Functional Evaluation of Biomedical Devices

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CS

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

160h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30h, PL - 15h (x2 grupos)

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Pedro Fulgêncio de Matos; 30h T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Diogo Filipe dos Reis Ricardo - 15h PL

Mário André Tique Briôa - 15h PL

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

- 1. Conhecer os diversos Instrumentos de Medição e Avaliação (IMA) existentes e a sua aplicação prática.*
- 2. Compreender a importância da quantificação da funcionalidade do doente que usa um ou mais Dispositivos Biomédicos (DB) para a tomada de decisão clínica.*
- 3. Interpretar o papel do doente na quantificação da sua funcionalidade.*
- 4. Analisar de forma crítica os IMA existentes de acordo com a sua validade científica e campo de aplicação.*
- 5. Perceber a relevância dos resultados dos IMA na investigação, na melhoria da qualidade dos serviços prestados aos utilizadores de DB e na sua contribuição para uma maior racionalização dos custos na saúde.*
- 6. Analisar a performance física do utente e em simultâneo questionar qual ou quais os IMA mais adequados à informação que se procura.*
- 7. Pesquisar, investigar, validar e criar novos conceitos e tecnologias, sempre numa ótica de desenvolvimento do conhecimento.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Know the various existing Measurement and Evaluation Instruments (MEI) and their practical application.*
- 2. Understand the importance of quantifying the patient's functionality using one or more Biomedical Devices (BD) for clinical decision making.*
- 3. Interpreting the patient's role in the quantification of their functionality.*
- 4. Critically analyze existing MEI's according to their scientific validity and field of application.*
- 5. Understand the relevance of MEI results in scientific research, in quality improvement of services provided to BD users and their contribution to further rationalization of health costs.*
- 6. Analyze the physical performance of the user and at the same time question which MEI is best suited to the information sought.*
- 7. Research, investigate, validate and create new concepts and technologies, always in a perspective of knowledge development.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Anatomia e Fisiologia: o conhecimento das estruturas motoras do corpo humana e a sua função;*
- 2. Incapacidades motoras: importância dos DB na reabilitação;*
- 3. Marcha humana normal: o ciclo de marcha e as estruturas anatómicas e fisiológicas envolvidas;*
- 4. Marcha humana normal e patológica: compreensão do ciclo de marcha, as alterações patológicas e as estruturas anatómicas funcionais envolvidas nesse processo;*
- 5. Dispositivos Biomédicos: estratificação dos diversos DB de acordo com a função;*
- 6. Instrumentos de Medição e Avaliação: visão geral dos IMA disponíveis de acordo com a sua aplicação. Lacunas existentes na utilização dos IMA e possíveis soluções;*
- 7. Avaliação da funcionalidade dos DB: entender a necessidade da análise crítica da sua utilização na reabilitação dos doentes com recursos a variáveis quantificáveis;*

9.4.5. Syllabus:

1. *Anatomy and Physiology: knowledge of the motor structures of the human body and their function;*
2. *Motor disabilities: importance of BD in rehabilitation;*
3. *Normal human gait: understanding the gait cycle and the anatomical and physiological structures involved;*
4. *Normal and pathological human gait: understanding the gait cycle, the pathological changes and the functional anatomical structures involved in this process;*
5. *Biomedical Devices: stratification of the various BD according to function;*
6. *Measurement and Evaluation Instruments: Overview of available MEI's according to their application. Addressing gaps in their use and possible solutions;*
7. *Assessment of BD functionality: Understand the need for critical analysis of their use in rehabilitation of patients with recourse to quantifiable variables;*

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

- 1- *A UC assume um papel importante na reflexão dos IMA como meio complementar na medição do desempenho dos DB, essencial para uma tomada de decisão informada.*
- 2- *A UC pretende dar uma visão ampla e sistematizada sobre a ação a desenvolver na tomada de decisão clínica tendo por base os dados recolhidos por equipamentos específicos para os IMA. Esta recolha de dados de forma padronizada e metodologicamente apropriada aos indivíduos é fundamental para determinar a eficácia dos DB e das intervenções gerais e específicas dos programas de reabilitação.*
- 3- *Pretende-se criar uma interligação entre estudantes e utilizadores de DB fomentando a utilização, em situações práticas, de variáveis quantificáveis que garantam que o desempenho obtido está dentro dos padrões de eficiência.*
- 4- *O contexto teórico desenvolvido nesta UC juntamente com os exercícios práticos executados, permitem uma análise crítica sobre os IMA existentes, e de que forma poderiam ser melhorados ou desenvolvidos novos IMA.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

- 1- *The CU plays an important role in the reflection of the IMA as a complementary means in measuring the performance of the BD, essential for informed decision making.*
- 2- *The UC aims to give a comprehensive and systematic view of the action to be developed in clinical decision-making based on data collected by specific equipment for the MEI. This collection of data in a standardized and methodologically appropriate manner for individuals is critical in determining the effectiveness of BD and general and specific rehabilitation program interventions.*
- 3- *The aim is to create a link between students and BD users by promoting the use in practical situations, of quantifiable variables to ensure that the performance achieved is within the standards of efficiency.*
- 4- *The theoretical context developed in this UC together with the practical exercises performed, allow a critical analysis of existing IMA, and how new IMA could be improved or developed.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- 1- *Nesta UC são utilizadas aulas expositivas para a exploração de conceitos teóricos. Nas aulas PL, que envolvem a participação dos alunos, pretende-se desenvolver as capacidades de perceção, análise e resolução de problemas em situações práticas, com vista a explorar os aspetos relacionados com o saber fazer e a aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos.*

2-*Avaliação contínua:*

Dois testes com consulta.

Um artigo científico, sobre uma temática ministrada na UC.

A nota da de avaliação continua é obtida por:

*[$(T1+T2)*0.6+Artigo Cientifico*0.4$]*

3-*Avaliação por exame: Realização de um exame, com todos os conteúdos ministrados em aula.*

Aprovação com Nota Final $\geq 9,5$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- 1- *In this course, lectures are used to explore theoretical concepts. PL classes, that involve a more active participation of students, aim to develop a more acute perception, analysis and problem solving in real situations, in order to explore the aspects related to the know-how, putting into practice the theoretical knowledge acquired.*

2-*Continuous assessment*

-Two open book exams

- A A scientific article on a subject taught in the CU.

The grade of the continuous evaluation is obtained by:

*[(T1+T2)*0.6+scientific article*0.4]*

3-Assessment by exam: one exam, covering all contents taught in classes.

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

1. No estudo dos processos de reabilitação física, desde a elaboração da anamnese à avaliação da função musculoesquelética, surge a necessidade de quantificar o desempenho com ferramentas próprias. Caberá ao estudante a seleção dessas ferramentas adequadas ao objeto em estudo, de forma a obter uma quantificação o mais rigorosa possível.

2. Para cumprir os objetivos propostos para a unidade curricular com base na sinergia entre o conhecimento científico e técnico, é utilizada a combinação do método expositivo e do método demonstrativo permitindo ao estudante ganhar as competências para executar a seleção, pesquisa, validação ou conceção de IMA,

3. As aulas práticas laboratoriais pretendem explicitar a aplicação de conceitos teóricos transmitidos aos estudantes e permitem apresentar os princípios orientadores das guidelines da funcionalidade para cada utente.

4. O método da demonstração permite ao estudante operacionalizar as suas competências sistémicas, instrumentais e interpessoais após a exemplificação dos processos de trabalho. Estas atividades no âmbito da aplicação prática dos conceitos lecionados e demonstrados na UC culminam com a interação dos estudantes com utilizadores de DB, onde devem refletir sobre os IMA existentes e adequá-los às características destes utilizadores. Estas atividades realizadas em ambiente clínico serão tuteladas pelos docentes da UC.

5. A introdução da componente de avaliação contínua através de um teste com consulta permite aos estudantes realizar um relacionamento de conceitos, processos e exige uma resposta com mais detalhe.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

1. In the study of physical rehabilitation processes, from the preparation of the history evaluation of musculoskeletal function, there is a need to quantify performance with own tools. It will be up to the student to select these tools appropriate to the object under study, in order to obtain the most accurate quantification possible.

2. To fulfill the proposed objectives for the course based on the synergy between scientific and technical knowledge, the combination of the expository method and the demonstrative method is used allowing the student to gain the skills to perform the selection, research, validation or design of MEI's.

3. The laboratory classes aim to clarify the application of theoretical concepts transmitted to students and allows to present the guiding principles of the functionality of the guidelines for each user.

4. The demonstration method allows the student to operationalize his systemic, instrumental and interpersonal skills after the exemplification of work processes. These activities in the practical application of the concepts taught and demonstrated at CU culminate with the interaction of students with BD users, which should reflect on existing MEI and tailor them to the characteristics of those users. These activities performed in a clinical environment will be supervised by the professors of the CU.

5. The introduction of continuous assessment component through a test query allows students to undertake a relationship of concepts, processes and demands a response in more detail.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Principal:

[1. Alexander, A et al, Atlas of Orthotics: biomechanical principles and applications, AAOS, Ed. Mosby, USA, 1975

2. Lusardi, M. et al; Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation, Ed. Butterwood Heinman

3. Schoneberger, B.; Araújo, A.; Freitas, C. - Análise de marcha : marcha patológica. Barueri : Manole, 2005. ISBN : 85-204-2285-3.

Bibliografia Complementar

4. Zuidema, G.; Schlossberg, L. - Atlas de anatomia funcional humana. Lisboa : Instituto Piaget, 1997. ISBN : 972-771-609-1.

5. Hebert, J. S., Wolfe, D. L., Miller, W. C., Deathe, A. B., Devlin, M., & Pallaveshi, L. (2009). Outcome measures in amputation rehabilitation: ICF body functions. Disability and Rehabilitation, 31(19), 1541–1554. <https://doi.org/10.1080/09638280802639467>

6. Agrawal, V. (2016). Clinical Outcome Measures for Rehabilitation of Amputees – A Review. Physical Medicine and Rehabilitation - International, 3(2), 1080

Anexo II - Terapia Génica e Farmacogenómica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Terapia Génica e Farmacogenómica***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Gene Therapy and Pharmacogenomics***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

CS

9.4.1.3. Duração:*semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:**

160

9.4.1.5. Horas de contacto:*22,5h T + 15,5h TP + 7h PL***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:*Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Liliana Aranha Caetano, 7h T + 5h TP***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Carina Silva: 2,5h T + 6h TP**Cecília Calado: 9h T + 2h TP + 4h PL**Edna Ribeiro: 2h T + 2,5h TP + 3h PL**Vanessa Mateus: 2h T***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

1. Avaliar criticamente as teorias e conceitos da farmacogenómica molecular, demonstrando como os princípios da biologia molecular podem ser usados para explicar a variabilidade de base genética na resposta a medicamentos.

2. Articular os princípios da farmacogenética translacional e avaliar as questões éticas levantadas em várias técnicas especializadas de tratamento farmacológico.

3. Avaliar de forma crítica diferentes abordagens na terapia génica para tratar doenças monogénicas e complexas.

4. Descrever a utilização das tecnologias de edição de genes como intervenção terapêutica.

5. Identificar e discutir os princípios da epigenética e aplicações em diagnóstico e terapêutica.

6. Descrever os princípios e discutir aplicações da genómica, proteómica e metabolómica na pesquisa de biomarcadores para diagnóstico e no desenvolvimento de fármacos inovadores.

7. Aplicar ferramentas de bioinformática na análise de dados genómicos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the course the student shall:

1. Critically evaluate the theories and concepts of molecular pharmacogenomics, demonstrating how the principles of molecular biology can explain genetic basis variability in drug response.

2. Articulate the principles of translational pharmacogenetics and evaluate the ethical issues raised in various specialized pharmacological treatment techniques.

3. Critically evaluate different approaches in gene therapy to treat monogenic and complex diseases.

4. Describe the use of gene editing technologies as a therapeutic intervention.

5. Identify and discuss the principles of epigenetics and applications in diagnostic and therapy.

6. Describe the principles and discuss applications of genomics, proteomics and metabolomics in the research of diagnostic biomarkers and in the development of innovative drugs.

7. Apply bioinformatics tools in the analysis of genomic data.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Farmacogenética e Farmacogenómica*
2. *Terapia génica translacional, doenças alvo, riscos e vantagens associados à terapia génica*
3. *Técnicas de edição génica*
4. *Questões éticas e regulamentação associadas à terapia génica*
5. *Perspetivas terapêuticas atualmente em estudo e doenças alvo*
6. *Princípios e aplicações da epigenética, proteómica e metabolómica no diagnóstico e na terapêutica*
7. *Representação bioinformática de dados genómicos*

9.4.5. Syllabus:

1. *Pharmacogenetics and Pharmacogenomics*
2. *Translational gene therapy, target diseases, risks and advantages associated with gene therapy*
3. *Techniques of gene editing*
4. *Ethical issues and regulation associated with gene therapy*
5. *Therapeutic perspectives currently under study and target diseases*
6. *Principles and applications of epigenetics, proteomics and metabolomics in diagnostic and therapy.*
7. *Bioinformatic representation of genomic data*

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

Para que o estudante apreenda a aplicabilidade de Terapia Génica e Farmacogenómica serão abordadas as bases genéticas de doença e a variabilidade nas respostas ao tratamento farmacológico. Após este enquadramento serão abordados os princípios e aplicações da terapia génica no desenvolvimento de medicamentos inovadores. Serão abordados os conceitos de farmacogenética e farmacogenómica, suas aplicações na terapia humana personalizada, vantagens e limitações, e considerações éticas decorrentes da aplicação da terapia génica e farmacogenómica em diagnóstico e na terapêutica. Numa fase seguinte são introduzidas os conceitos de epigenética, proteómica e metabolómica com exemplos de aplicação em métodos de diagnóstico e na terapêutica. No final da UC serão aplicadas ferramentas de bioinformática na análise de dados genómicos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

For the student to understand the applicability of Gene Therapy and Pharmacogenomics the genetic basis of disease and the variability in responses to pharmacological treatment will be addressed. After this framework the principles and applications of gene therapy in the development of innovative drugs will be addressed. The concepts of pharmacogenetics and pharmacogenomics, their applications in personalized human therapy, advantages and limitations, and ethical considerations arising from the application of gene therapy and pharmacogenomics in diagnostic and therapy will be addressed. At a later stage the concepts of epigenetics, proteomics and metabolomics will be introduced with examples of application in diagnostic methods and therapeutics. At the end of the course, bioinformatic tools will be applied to the analysis of genomic data.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de Ensino:

Nesta UC são utilizadas aulas expositivas para a exploração de conceitos teóricos, e aulas Teórico-práticas e Laboratoriais para aplicação e consolidação dos conteúdos lecionados nas aulas teóricas através de exercícios, estudos de caso e protocolos laboratoriais.

Avaliação:

Consiste em avaliação contínua e compõe-se de um teste escrito final (TE) a realizar à data de conclusão da totalidade das aulas lecionadas, três relatórios (R) das aulas teórico-práticas e laboratoriais, e uma apresentação oral (AO) de um artigo científico reportando um tema enquadrado no programa da UC.

Avaliação contínua:

- *Teste escrito final, TE > = 9.5*
- *Três relatórios aulas (R1, R2 e R3), $R = (R1+R2+R3) / 3$, $R > = 9.5$*
- *Trabalho oral (apresentação de um artigo), AO > = 9.5*

*Classificação final, $NF = 0,5*TE + 0,25*R + 0,25*AO$. Aprovação com $NF > = 9,5$*

Arredondamento às unidades. Por defeito antes das cinco décimas, por excesso a partir de cinco décimas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching Methodologies:

In this course, lectures are used to explore theoretical concepts, and theoretical-practical and laboratory classes to apply and consolidate the contents taught in theoretical classes through exercises, case studies and laboratory protocols.

Assessment:

Consists of continuous assessment and consists of a final written test (TE) to be held on the date of completion of all classes, three reports (R) of theoretical and practical classes, and an oral presentation (AO) of a scientific article reporting a theme framed in the UC program.

Continuous evaluation:

- *Final written test, TE > = 9.5*
- *Three class reports (R1, R2 and R3), $R = (R1 + R2 + R3) / 3$, R > = 9.5*
- *Oral work (presentation of an article), AO > = 9.5*

*Final classification, NF = 0.5 * TE + 0.25 * R + 0.25 * AO. Approval with NF > = 9.5*

Rounding to units. By default by five tenths, by excess from five tenths.

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

As três tipologias de aulas apoiam o processo de ensino-aprendizagem, havendo preocupação de fazer a ligação entre as matérias lecionadas nesta unidade curricular e as matérias lecionadas em unidades curriculares anteriores. As aulas maioritariamente expositivas (aulas teóricas) permitem transmitir os conceitos teóricos aos estudantes, sendo também ativas e participativas ao estimular a sua intervenção na discussão sobre as matérias lecionadas. As aulas teórico-práticas são sessões de trabalho em que os estudantes são chamados a intervir na interpretação e discussão de casos exemplificativos de aplicações da terapia génica e farmacogenómica, bem como na resolução de problemas. Estas aulas potenciam uma reflexão sobre os conhecimentos transmitidos nas aulas teóricas, contribuindo para uma visão mais ampla, prática e atual dos temas. Nas aulas práticas serão desenvolvidos protocolos laboratoriais de observação e realização de atividades práticas relacionadas com as temáticas lecionadas.

A avaliação contínua, que inclui a avaliação na forma de relatório de aulas teórico-práticas e laboratoriais, e a apresentação de trabalhos exige aos estudantes um acompanhamento ativo da matéria ao longo do semestre, contribuindo para a melhoria dos resultados da aprendizagem. A avaliação através de um teste escrito final envolvendo todos os conceitos transmitidos permite avaliar a consolidação dos temas e a correta aferição do cumprimento dos objetivos de aprendizagem estipulados.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The different class typologies support the teaching-learning process, linking the course syllabus with contents taught in previous courses. Mostly expositive lectures (theoretical classes) allow to convey theoretical concepts to the students, being also active and participative by stimulating their intervention in the discussion about the taught topics. Theoretical-practical classes are working sessions in which students are called to intervene in the interpretation and discussion of gene therapy and pharmacogenomics' case studies as well as problem solving. These classes promote a reflection on the knowledge transmitted in the theoretical classes, contributing to a broader, practical and current view of the topics. In practical classes laboratory protocols will be developed for observation and realization of practical activities related to the themes taught.

Continuous assessment, which includes assessment in the form of a report on theoretical-practical and laboratory classes, and presentation of assignments, requires students to actively monitor the syllabus throughout the semester, contributing to improved learning outcomes. The evaluation through a final written test involving all the transmitted concepts allows to evaluate the consolidation of the themes and the correct measurement of the accomplishment of the stipulated learning objectives.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Principal:

[1] Templeton, N.S. Gene and Cell Therapy: Therapeutic Mechanisms and Strategies. Third Edition. CRC Press, 2008.

[2] Cheng, K., Mahato, R.I. eds (2013) Advanced delivery and therapeutic applications of RNA. Wiley. ISBN 9781119976868 (ebook)

Bibliografia Complementar

[4] Jan Trost Jorgensen, Henrik Winther. Molecular Diagnostics: The Key in Personalized Cancer Medicine. Pan Stanford, 2010. ISBN 9789814241441

[5] Galli, M.C., Serabian, M. Eds (2015) *Regulatory aspects of gene therapy and cell therapy products - A global perspective*. Springer. ISBN 9783319186184 (ebook)

Anexo II - Imagiologia

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Imagiologia

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Imagiology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

130h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 22,5h; T/P - 22,5h

9.4.1.6. ECTS:

5

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira (T – 12,5 h; T/P – 10h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Maria Margarida do Carmo Pinto Ribeiro (T – 10h; T/P – 12,5h)

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

- 1. Compreender a base científica dos vários métodos de Imagiologia*
- 2. Identificar a gama de equipamentos utilizados em Imagiologia;*
- 3. Identificar os constituintes e descrever o princípio de funcionamento dos equipamentos médicos que permitem obter Imagem Médica.*
- 4. Descrever e identificar para cada equipamento os fatores que afetam a qualidade de imagem;*
- 5. Descrever, aplicar e analisar os métodos de correção dos fatores degradantes destas imagens médicas;*
- 6. Aprofundar o conhecimento sobre a base científica das várias técnicas de imagem médica bem como do seu contributo clínico.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Understand the scientific basis of the various methods used in medical image;*
- 2. Identify the equipment's used in Imaging;*
- 3. Identify the components and describe the principals of operation of medical equipment that allow medical Image;*
- 4. Describe for each equipment the factors that affect the quality of Image;*
- 5. Describe, apply and analyze correction methods of the degrading factors of these medical images;*
- 6. Increase knowledge over the medical imaging techniques and their clinical contribution.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Instrumentação e Tecnologia em Medicina Nuclear Convencional*
2. *Instrumentação e Tecnologia em Tomografia por Emissão de Positrões*
3. *Equipamentos Radiológicos para Imagem Médica planar 2D;*
4. *Equipamentos Radiológicos para Imagem Médica multiplanar 3D;*
5. *Instrumentação e Tecnologia de Equipamentos Híbridos*
6. *Aplicações clínicas da Imagiologia de Medicina Nuclear e da Radiologia em Diagnóstico e Intervenção.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Instrumentation and Technology in Conventional Nuclear Medicine*
2. *Instrumentation and Technology in Positron Emission Tomography*
3. *Radiological Instrumentation for 2D planar medical imaging;*
4. *Radiological Instrumentation for 3D Multiplanar Medical Imaging;*
5. *Instrumentation and Technology in Hybrid Equipment's*
6. *Clinical applications of Nuclear Medicine Imaging and Radiology Imaging in Diagnosis and Intervention.*

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, dado que o programa foi concebido para rever os princípios básicos subjacentes aos vários equipamentos utilizados em Imagiologia bem como os seus princípios de funcionamento, características subjacentes e controlo de qualidade.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The contents are consistent with the purpose of the curricular unit, since the program was designed to review the basic principles underlying various equipment used in Imagiology, as well as their operating principles, underlying characteristics and quality control.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método expositivo e interrogativo, trabalhos em grupo, apresentações e discussões.

Dois Testes escritos de avaliação individual, em que o último teste é realizado no último momento de avaliação. A ponderação de 50% para cada teste.

Avaliação por exame (normal; recurso/melhoria; especial): teste escrito individual

O aproveitamento à UC depende da obtenção de uma classificação $\geq 9,5$ valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture and interrogative method, group work, presentations and discussions.

Two Individual written tests, being the last one performed at the last evaluation moment (each test will have a weight of 50%).

Evaluation by exam (normal; resource / improvement; special): Individual written test

Achievement of UC depends on obtaining a rating of ≥ 9.5

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os estudantes possam desenvolver um conhecimento abrangente das potencialidades neste domínio, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The evaluation methods were designed so that students, after learning the contents, can perform the respective and appropriate assessments to measure the extent to which skills have been developed, ensuring compliance with the objectives of the curricular unit.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *J. Bushberg, JA Seibert, Jr. E. Leidholdt and J. Boone (2002). The essential physics of medical imaging. (A. Snyder & T. DeGeorge, Eds.) (2 ed). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins*
2. *Webb (2003) Introduction to Biomedical Imaging. Wiley*
3. *Z.H, Cho, J.P. Jones and M. Singh (1993). Foundations of Medical Imaging. Wiley*
4. *S. Cherry, J. Sorenson and M. Phelps (2012). Physics in Nuclear Medicine. Saunders Elsevier, 4 Ed.*
5. *PE Christian, DR Bernier, JK Langan, (2004). Nuclear Medicine and PET technology and techniques. Mosby. Missouri*
6. *DL Bailey, DW Townsend, PE Valk and MN Maise. (2005). Positron Emission Tomography: Basic Sciences. Springer-Verlag London Ltd*

7. PE Valk, D. Delbeke, DL Bailey, DW Townsend and MN Maisey (2005). *Positron Emission Tomography: basic sciences and Clinical Practice*. Springer-Verlag London Ltd
8. N. Smith, A. Webb (2011). *Introduction to Medical Imaging: Physics, Engineering and Clinical Applications*. Cambridge Texts in Biomedical Eng.

Anexo II - Processamento de Imagem e Visão

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Imagem e Visão

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Image Processing and Vision

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

162

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30h, TP - 7,5h; PL- 30h

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Miguel Torres Mendes Jorge; 135h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Sérgio Figueiredo, 15hrs

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

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

- 1. Conhecer os métodos básicos usados em processamento de imagem.*
- 2. Conhecer técnicas simples de visão por computador e a sua ligação à área de aprendizagem automática.*
- 3. Compreender a importância do processamento de imagem e visão por computador no desenvolvimento de aplicações multimédia, nomeadamente, aquelas que envolvem operações de reconhecimento de objetos, vigilância, indexação e pesquisa por conteúdo.*
- 4. Usar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de pequenos projetos integradores usando métodos de processamento de imagem e visão por computador, numa área de aplicação selecionada.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students who successfully complete this course unit are able to:

- 1. Know the basic methods used in image processing.*
- 2. Know simple techniques of computer vision and its connection to the area of machine learning.*
- 3. Understand the importance of image processing and computer vision in the development of multimedia applications, namely those involving operations of object recognition, surveillance, and search for content indexing.*
- 4. Developing small projects using integrative methods of image processing and computer vision on a selected application area.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução ao processamento de imagem e visão. Exemplo de aplicações.*
2. *Formação de imagem. Sistema visual humano. Modelo fotométrico. Sistemas de aquisição. Modelo de projeção.*
3. *Operações morfológicas, binarização, etiquetação de regiões e extração de características geométricas.*
4. *Filtragem de imagens e pré-processamento.*
5. *Deteção de contornos, linhas e cantos.*
6. *Extração de características baseadas na cor e textura.*
7. *Estimação de movimento, fluxo ótico.*
8. *Métodos para segmentação de imagem e vídeo.*
9. *Geometria projetiva.*
10. *Realização de projetos usando a linguagem de programação python e bibliotecas apropriadas (por exemplo, OpenCV – Open Source Computer Vision Library).*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to image processing and computer vision. Application examples.*
2. *Imaging. Human visual system. Photometric model. Acquisition systems. Projection model.*
3. *Morphological operations, thresholding, region labeling and geometric feature extraction.*
4. *Image filtering and preprocessing.*
5. *Detection of contours, lines and corners.*
6. *Feature extraction based on color and texture.*
7. *Motion estimation, optical flow.*
8. *Methods for image and video segmentation.*
9. *Projective geometry.*
10. *Implementation of projects throughout the semester using the python programming language and appropriate libraries (e.g. OpenCV - Open Source Computer Vision Library).*

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

A unidade curricular tem como objetivo fornecer os conceitos e ferramentas necessários para extrair informação contida em imagens e sequências de vídeo. Esta UC começa por introduzir noções básicas de formação de imagens digitais, filtragem e pré-processamento. São introduzidos conceitos para a extração de características, nomeadamente, operações morfológicas, análise de cor e textura e deteção de contornos. É abordada a temática da segmentação de imagem e classificação de objetos. O aluno concretiza os conhecimentos adquiridos na elaboração de projetos em aplicações selecionadas nas temáticas de reconhecimento de objetos, análise de movimento e/ou gestos, vigilância, pesquisa em bases de dados de imagens e vídeo, entre outras.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course aims to provide the concepts and tools required to extract information contained in images and video sequences. This course begins by introducing the basics of digital imaging, filtering and pre-processing. Concepts are introduced for the extraction of characteristics, in particular morphological operations, texture and color analysis and edge detection. It is addressed the issue of image segmentation and object classification. Students apply the acquired knowledge in developing projects in selected applications, such as, object recognition, motion analysis and/or gestures, surveillance or image and video database retrieve, among others.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC prevê um tempo total de trabalho do estudante de 162 horas, onde 67,5 horas são de contacto com o docente. Esta carga horária está dividida em 30h teóricas; 7h30m teórico-práticas e 30h de práticas laboratorial. As aulas destinam-se à apresentação dos temas e de exemplos práticos de aplicação. Os resultados da aprendizagem serão avaliados através da apreciação da componente teórica, composta por um teste (nota mínima de 9,5 valores) e duas séries de exercícios e componente laboratorial, constituída por dois projetos realizados ao longo do semestre com entrega de relatório e aplicação e discussão final. A nota final é igual a 45% da nota do teste mais 15% das séries de exercícios (peso igual para cada série) mais 40% da componente laboratorial (peso igual para cada projeto).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course estimates a student total workload of 162 hours, which is 67.5 hours of contact with the professor. This contact workload is divided into theoretical with 30h, practical with 7h30m and 30h of laboratory practice. The classes are intended for present theoretical topics and practical examples. Learning outcomes will be assessed through a written test, two homework exercises and laboratory component, which consists of two projects during the semester with report and application delivery and a final discussion.

The final grade is obtained with a weighted average of 45% of the test grade, 15% of the homework (equal weight for each work) and 40% of the laboratory component (equal weight for each work).

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

Nas aulas teórico-práticas são apresentados os conceitos teóricos e exemplos práticos. Introduzem-se também um conjunto de algoritmos e técnicas mais utilizadas em cada tema do conteúdo programático. Esta componente é posteriormente avaliada por um teste escrito. Nas aulas laboratoriais, os alunos implementam e testam alguns destes algoritmos no âmbito da elaboração de projetos práticos. Esta componente envolve a elaboração de duas aplicações de processamento de imagem e visão por computador, sobre as quais os alunos elaboram os respetivos relatórios, onde motivam as opções tomadas e apresentam os resultados obtidos. No final do semestre existe uma discussão oral sobre a componente laboratorial onde os alunos são questionados sobre as escolhas efetuadas, aferindo também o grau de maturidade atingido.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In theoretical and practical classes are presented theoretical concepts and practical examples. It is also introducing a set of algorithms and techniques used in each subject of the syllabus. This component is subsequently assessed by a written test. In laboratory classes, students implement and test some of those algorithms in the development of practical projects. This component involves the development of two applications of image processing and computer vision, which involves a report elaboration where are motivated the choices made and presented the results. At the end of the semester there is an oral discussion about the laboratory component where students are inquired about the implemented applications, measuring also the degree of maturity reached.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. L. Shapiro, G. Stockman, *Computer Vision*, 2001, Prentice Hall;
2. Gonzalez, Woods, *Digital Image Processing*, 4ª edição, 2017, Prentice-Hall.

Anexo II - Seminários I**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Seminários I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Seminars I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CS

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

80

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 30

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira, 7,5h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Cecília Ribeiro da Cruz Calado – 7,5h
Manuel José de Matos – 7,5h
Paulo Jorge Leitão Pessoa Guerreiro – 7,5h

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

- 1. Fomentar a formação científica no âmbito das metodologias de investigação*
- 2. Disponibilizar aos estudantes informação relativa a um leque alargado de áreas de intervenção da Engenharia Biomédica, através da realização de palestras de investigação/ empresas, versando diversos temas de Engenharia Biomédica;*
- 3. Identificar as principais áreas em desenvolvimento da Engenharia Biomédica em Portugal*
- 4. Compreender as diferentes perspectivas profissionais / Investigação da Engenharia Biomédica em Portugal*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Promote scientific Education in the scope of research methodologies*
- 2. Provide students with information on a wide range of areas of intervention range Biomedical Engineering, through the lectures of researchers/companies, dealing with various topics of Biomedical Engineering;*
- 3. Identify the key areas of development in Biomedical Engineering in Portugal;*
- 4. Understand the different professional / research prospects of Biomedical Engineering in Portugal.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Desenvolvimento do conceito de investigação em Engenharia Biomédica: Método Científico; Revisão da Literatura; Normas de Referência Bibliográfica; Linhas de investigação em Engenharia Biomédica;*
- 2. Seminários associados a diversas linhas de investigação: Fenómenos bioeléctricos; Biomateriais avançados em Engenharia de Tecidos; Avanços em Diagnóstico Molecular; Avanços em processamento de imagem médica;*
- 3. Face Metodológica do Projeto: Processos, métodos e instrumentos de recolha de dados.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Development of the concept of research in Biomedical Engineering: The. Scientific Method; Literature revision; References Standards; B. Research Lines in Biomedical Engineering.*
- 2. Seminars concerning research Lines: Bioelectric Phenomena; Advanced biomaterials in tissue engineering; Advances in Molecular Diagnostics; Advances in medical image processing*
- 3. Methodological Phase of the Project: Data Collection Processes, Methods and Instruments.*

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

Os conteúdos programáticos prendem-se essencialmente com algumas temáticas relativa à engenharia biomédica. Nesta unidade curricular abordam-se conhecimentos relativos à aplicação prática de conceitos e áreas do saber como a nanotecnologia, biomecânica e processamento de imagem. Esta unidade curricular pretende ainda dotar os estudantes de ferramentas necessárias ao seu percurso escolar, nomeadamente na aplicação prática dos conhecimento teóricos adquiridos nas outras unidades curriculares deste plano de estudos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus is mostly related to some issues relating to biomedical engineering . This course addresses practical applications of concepts and knowledge areas such as nanotechnology , biomechanics and image processing . This course also aims to provide students with tools necessary for their schooling , particularly in practical application of theoretical knowledge acquired in other courses of this syllabus

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para esta Unidade Curricular a metodologia a adoptar é: Exposição oral de conteúdos curriculares, suportada por meios audiovisuais; Debates para discussão de temas.

A avaliação será feita por avaliação em: - Journal Club – O(s) artigos escolhidos pelos estudantes serão apresentados sob a forma de Comunicação Oral e defendidos perante um júri de 3 elementos - 100%

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

For this course the methodology to be adopted is: Oral presentation of curricula , supported by audiovisual media; debates and discussion of problems.

The evaluation will be done by: - Journal Club - The papers chosen by the students will be presented in the form of Oral Communication and defended before a 3-member jury - 100%

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

Esta Unidade Curricular tem uma orientação temática, de carácter mais expositivo no sentido da aquisição dos conhecimentos teóricos necessários à compreensão dos conceitos a serem leccionados. Existe também exposição oral, este é intercalado com um método mais interrogativo, de forma a estimular a intervenção dos estudantes. As sessões das Linhas de investigação em Engenharia Biomédica serão iniciadas por uma palestra versando um tema seleccionado, seguida por um período de discussão entre o convidado e audiência

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

This Curricular Unit lectures's is divided in different themes with an expository character on the purchase of needed to understand the concepts being taught theoretical knowledge. There is also oral exposure; this is interspersed with a more interrogative method, in order to encourage the involvement of students. The Biomedical Engineering Research Lines sessions will begin with a lecture dealing a selected topic, followed by a period of discussion between the guest and the audience.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1.J. Bushberg, J.A. Seibert, J. Leidholdt, J. Boone (2002). *The essential physics of medical imaging*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- 2.R.C. Gonzalez and R.E. Woods (2018). *Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 4ª ed
- 3.R.G. Megh (2014). *Biomechanics of Artificial Organs and Prostheses*. Advances in Bioengineering Research and Applications. Apple Academic Press
- 4.TR Kucklick (2012). *The medical device R&D Handbook*. 2nd. ed., Academic Press
- 5.JD Bronzin and DR Petersen (2014). *Biomedical Engineering Fundamentals*. CRC Press
- 6.A Atala, R Lanza, T. Mikos, R (2018). *Nerem Principles of Regenerative Medicine*. Academic Press
- 7.G Patrino, W. Assorge, PB Danielson (2016). *Molecular Diagnosis*. 3rd ed., Academic Press
- 8.Hulley, SB, Cummings, SR, Browner, WS, Grady, DG, Newman, TB (2006). *Designing Clinical Research: An Epidemiologic Approach*. Lippincott Williams & Wilkins
- 9.M-F Fortin (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Lusodidacta. Loures

Anexo II - Sistemas de Informação em Saúde

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Informação em Saúde

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Healthcare Information Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

130h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 22,5, TP - 22,5

9.4.1.6. ECTS:

5

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Optional

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Fernando Paulo Neves da Fonseca Cardoso Carreira, 45 h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

- 1. O1. Dotar os alunos de conhecimentos sobre os conceitos fundamentais de sistemas de informação com aplicações na área da saúde.*
- 2. O2. Implementação e exploração de ferramentas de análise de dados e suporte ao diagnóstico.*
- 3. O3. Partilha de informação entre entidades médicas.*
- 4. O4. Padrões de registo de saúde eletrónicos.*
- 5. O5. Noções de planeamento, gestão, normalização e segurança de sistemas de informação na área da saúde.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. O1. Provide students with knowledge of the fundamental concepts of information systems with applications in healthcare.*
- 2. O2. Implementation and operation of data analysis and diagnostic support tools.*
- 3. O3. Sharing of information between medical entities.*
- 4. O4. Standards of electronic health records.*
- 5. O5. Notions of planning, management, standardization and security of health information systems.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Sistemas e tecnologias de informação*
- 2. Sistemas de informação na área da saúde*
- 3. Sistemas de apoio à decisão clínica*
- 4. Normas de classificação e codificação na saúde*
- 5. Organizações internacionais que definem as normas de informação de saúde*
- 6. Interoperabilidade entre Sistemas Informáticos na área da saúde*
- 7. Segurança dos sistemas de informação clínicos*
- 8. Conceitos básicos, políticas e soluções de segurança da informação*
- 9. Leis e normas em sistemas de informação médica*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Information systems and technologies*
- 2. Health Information Systems*
- 3. Support systems clinical decision*
- 4. Standards of classification and coding in health*
- 5. International organizations to define standards for health information*
- 6. Interoperability between IT systems in healthcare*
- 7. Security of clinical information systems*
- 8. Basic concepts, policies and solutions of information security*
- 9. Laws and standards in medical information systems*

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

- 1. Sistemas e tecnologias de informação (O1, O3)*
- 2. Sistemas de informação na área da saúde (O1, O3)*
- 3. Sistemas de apoio à decisão clínica (O2, O3, O4)*
- 4. Normas de classificação e codificação na saúde (O3, O4)*
- 5. Organizações internacionais que definem as normas de informação de saúde (O3, O4)*
- 6. Interoperabilidade entre Sistemas Informáticos na área da saúde (O1, O5)*
- 7. Segurança dos sistemas de informação na área da saúde (O4, O5)*
- 8. Conceitos básicos, políticas e soluções de segurança da informação (O5)*
- 9. Leis e normas em sistemas de informação médica (O4)*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

- 1. Sistemas e tecnologias de informação (O1, O3)*
- 2. Sistemas de informação na área da saúde (O1, O3)*
- 3. Support systems clinical decision (O2, O3, O4)*
- 4. Standards of classification and coding in health (O3, O4)*
- 5. International organizations to define standards for health information (O3, O4)*
- 6. Interoperability between IT systems in healthcare (O1, O5)*

- 7. *Security of clinical information systems (O4, O5)*
- 8. *basic concepts, policies and solutions of information security (O5)*
- 9. *Laws and standards in medical information systems (O4)*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de aprendizagem desenvolve-se através das seguintes componentes:

1. Presencial

Ensino teórico-prático com,

- 1.1 *Apresentação dos conceitos*
- 1.2 *Exemplificação e aplicação a problemas reais*
- 1.3 *Análise crítica dos problemas e das soluções*

2. Seminários

2.1 Sessões com convidados que trabalham no setor dos sistemas de informação na área da saúde (ex: empresas desenvolvedoras, hospitais, clínicas, ...)

2.2 Apresentação de sistemas de informação na área da saúde com situações reais

3. Orientação tutorial

3.1 Sessões de orientação em pequenos grupos para esclarecimento e dúvidas em estudos de caso.

Autónoma:

4. Estudo autónomo

4.1 Leitura de excertos de bibliografia recomendada para a unidade curricular

4.2 Consulta de material relativo à unidade curricular

Avaliação:

- Trabalho (pedagogicamente fundamental), com nota mínima de 10 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

1. Classroom

Theoretical and practical teaching with

- 1.1 *Presentation of concepts*
- 1.2 *Exemplification and application to real problems*
- 1.3 *Critical analysis of problems and solutions*

2. Seminars

2.1 Sessions with speakers' guests that works in the health information systems sector (eg developers, hospitals, clinics, ...)

2.2 Presentation of health information systems with real situations

3. Orientation tutorial

3.1 Orientation sessions in small groups to answer questions on the case studies.

autonomous:

4. Independent study

4.1 Reading excerpts from recommended bibliography for the course

4.2 Consultation material on the course

Rating:

- Work (pedagogically fundamental), with a minimum score of 10 points.

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

1. Presencial

Ensino teórico-prático com,

- 1.1 *Apresentação dos conceitos*
- 1.2 *Exemplificação e aplicação a problemas reais*
- 1.3 *Análise crítica dos problemas e das soluções*

2. Seminários

2.1 Sessões com convidados que trabalham no setor dos sistemas de informação na área da saúde (ex: empresas desenvolvedoras, hospitais, clínicas, ...)

2.2 Apresentação de sistemas de informação na área da saúde com situações reais

3. Orientação tutorial

3.1 Sessões de orientação em pequenos grupos para esclarecimento e dúvidas em estudos de caso.

Autónoma:

4. Estudo autónomo

4.1 Leitura de excertos de bibliografia recomendada para a unidade curricular

4.2 Consulta de material relativo à unidade curricular

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

1. Classroom

Theoretical and practical teaching with

- 1.1 *Presentation of concepts*
- 1.2 *Exemplification and application to real problems*
- 1.3 *Critical analysis of problems and solutions*

2. Seminars

2.1 Sessions with speakers' guests that works in the health information systems sector (eg developers, hospitals, clinics, ...)

2.2 Presentation of health information systems with real situations

3. Orientation tutorial

3.1 Orientation sessions in small groups to answer questions on the case studies.

autonomous:

4. Independent study

4.1 Reading excerpts from recommended bibliography for the course

4.2 Consultation material on the course

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**Bibliografia Principal:**

[1] Pereira, D. & Nascimento, J.C. & Gomes, R. (2012). *Sistemas de informação na saúde – Perspetivas e desafios em Portugal*. Edições Sílabo. ISBN: 978-972-618-667-1

[2] Miguel, A. (2015). *Gestão de Projetos de Software (5ª edição)*. FCA. ISBN: 978-972-722-804-1

[3] Zúquete, A. (2018). *Segurança em redes informáticas (5ª edição)*. FCA. ISBN: 978-972-722-857-7

Bibliografia Complementar

[4] Bland., M. (2015) *An Introduction to Medical Statistics (4th Edition)*. Oxford Medical Publications. ISBN: 978-019-958-992-0.

[5] Gama, J. & Lorena, A. C. & Faceli, K. Oliveira Márcia & Carvalho, A. P. L. (2017). *Extração de Conhecimento de Dados - Data Mining (3ª Edição)*. ISBN: 978-972-618-914-5

[6] António, P. (2015). *Informática e Tecnologias de Informação. Sílabo, Lisboa*. ISBN: 978-972-618-784-4

[7] Gouveia, J., Magalhães, A. (2013). *Redes de Computadores*. FCA, Lisboa. ISBN: 978-972-722-781-5

[8] Sousa, S. (2009). *Tecnologias de Informação*. FCA, Lisboa. ISBN: 978-972-722-649-8

Anexo II - Seminários II**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Seminários II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Seminars II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

80

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 30h

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Cecília Ribeiro da Cruz Calado, 10h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Lina da Conceição Capela de Oliveira Vieira, 10h
Paulo Jorge Leitão Pessoa Guerreiro, 10h

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

Fomentar a formação científica no âmbito das metodologias de investigação
Disponibilizar aos estudantes informação relativa a um leque alargado de áreas de intervenção da Engenharia Biomédica, através da realização de palestras de investigação/ empresas, versando diversos temas de Engenharia Biomédica;
Identificar as principais áreas em desenvolvimento da Engenharia Biomédica
Compreender as diferentes perspetivas profissionais / Investigação da Engenharia Biomédica em Portugal

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Promote scientific Education within the scope of research methodologies
Provide students with information on a wide range of areas of intervention range Biomedical Engineering, through the lectures of researchers/companies, dealing with various topics of Biomedical Engineering;
Identify the key areas of development in Biomedical Engineering in Portugal;
Understand the different professional / research prospects of Biomedical Engineering in Portugal.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Seminários associados a diversas linhas de investigação em Engenharia Biomédica: Aplicações práticas em medicina regenerativa; O processo de desenvolvimento de ortóteses; Avanços em robótica médica; Aplicação clínica de sistemas de apoio à decisão.
2. Ética em investigação biomédica: Responsabilidades do investigador; Critério para a avaliação da ética dos estudos e avaliação risco-benefício; Conflito de interesses; Processo do consentimento informado; Direitos dos participantes; Transmissão da informação e sua compreensão.
3. Recolha e tratamento de dados em investigação em Eng^a Biomédica; Descrição, análise e interpretação de dados; Formas de comunicação de Resultados

9.4.5. Syllabus:

1. Research Lines in Biomedical Engineering: Practical applications in regenerative medicine; The process of development of orthoses; Advances in medical robotics; Application of clinical decision support systems;
2. Ethics in Biomedical Research; The Responsibilities of the Investigator; Criteria for evaluating study ethics and risk-benefit assessment; Conflict of interests; Informed Consent Process; The Participant Rights; Information transmission and understanding;
3. Data Collection and Processing in biomedical engineering R&D; Description, analysis and interpretation of data; Forms of Reporting Results

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

Os conteúdos programáticos prendem-se essencialmente com algumas temáticas relativas à engenharia biomédica. Nesta unidade curricular abordam-se conhecimentos relativos à aplicação prática de conceitos e áreas do saber como a medicina regenerativa, ortóteses e sistemas de apoio ao diagnóstico. Esta unidade curricular pretende ainda dotar os estudantes de ferramentas necessárias ao seu percurso escolar, nomeadamente na aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos nas outras unidades curriculares deste plano de estudos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: The syllabus is mostly related to some issues relating to biomedical engineering . This course addresses practical applications of concepts and knowledge areas such as nanotechnology , biomechanics and image processing . This course also aims to provide students with tools necessary for their schooling , particularly in practical application of theoretical knowledge acquired in other courses of this syllabus

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para esta Unidade Curricular a metodologia a adoptar é: Exposição oral de conteúdos curriculares, suportada por meios audiovisuais; Debates para discussão de temas;
Avaliação Contínua:
- Journal Club – O(s) artigos escolhidos pelos estudantes serão apresentados sob a forma de Poster e defendidos perante um júri de 3 elementos - 100%.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

For this course the methodology to be adopted is: Oral presentation of curricula , supported by audiovisual media; Debates to discuss issues.

The evaluation will be done by: Journal Club - The papers chosen by the students will be presented in the form of Poster Communication and defended before a 3-member jury - 100%

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

Esta Unidade Curricular tem uma orientação temática, de carácter mais expositivo no sentido da aquisição dos conhecimentos teóricos necessários à compreensão dos conceitos a serem leccionados. Existe também exposição oral, este é intercalado com um método mais interrogativo, de forma a estimular a intervenção dos estudantes. As sessões das Linhas de investigação em Engenharia Biomédica serão iniciadas por uma palestra versando um tema seleccionado, seguida por um período de discussão entre o convidado e audiência

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

This Curricular Unit lectures's is divided in different themes with an expository character on the purchase of needed to understand the concepts being taught theoretical knowledge. There is also oral exposure; this is interspersed with a more interrogative method, in order to encourage the involvement of students. The Biomedical Engineering Research Lines sessions will begin with a lecture dealing a selected topic, followed by a period of discussion between the guest and the audience .

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Hulley, S.B., Cummings, S.R., Browner, W.S., Grady, D.G., Newman, T.B. (2006). *Designing Clinical Research: An Epidemiologic Approach*. Lippincott Williams & Wilkins
2. Marie-Fabienne Fortin (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Lusodidacta. Loures.
3. R.G. Megh. (2014). *Biomechanics of Artificial Organs and Prostheses*. *Advances in Bioengineering Research and Applications*. Apple Academic Press.
4. T.R. Kucklick. (2012). *The medical device R&D Handbook*. 2nd. ed., Academic Press.
5. JD Bronzino and DR Petersen. (2014). *Biomedical Engineering Fundamentals*. CRC Press
6. A Atala, R Lanza, T. Mikos, R. Nerem. (2018). *Principles of Regenerative Medicine*. Academic Press
7. A Schweikard, F Ernst. (2015). *Medical Robotics*. Springer.
8. ES Berner. (2016). *Clinical decision support systems.. 2nd ed., Springer*
9. R Assis. (2014). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos*. LIDEL

Anexo II - Aprendizagem Automática

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Automática

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Automatic Learning

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

160h

9.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30 h; TP - 15 h

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Obrigatória

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ricardo Miguel da Silva Teresa Ribeiro, T - 30h; TP - 15h

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

-

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

Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

- *Representar e modelar sinais biomédicas e dados clínicos.*
- *Estimação, extração e seleção de características.*
- *Aplicar técnicas de reconhecimento de padrões e teoria da decisão à classificação automática de dados e imagens médicas.*
- *Desenvolver sistemas de apoio à decisão clínica*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After the approval in the curricular unit, the student will have to possess the capacity of:

- *Representing and modelling of biomedical signals and medical data.*
- *Knowledge of estimation, extraction and feature selection techniques.*
- *Apply techniques of pattern recognition and decision theory in automatic classification of data and medical images.*
- *Develop systems to support clinical decision*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à machine learning aplicada à engenharia biomédica.*
2. *Dos dados aos achados às decisões.*
3. *Técnicas de análise de qualidade, limpeza e preparação de dados.*
4. *Introdução à engenharia de características para machine learning.*
5. *Avaliação do processo de aprendizagem, métricas de performance e avaliação do erro.*
6. *Métodos e técnicas de aprendizagem supervisionada.*
7. *Métodos e técnicas de aprendizagem não-supervisionada,*
8. *Modelação preditiva*
9. *Introdução a redes neuronais, deep learning e reinforcement learning.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to machine learning applied to biomedical engineering*
2. *From data to insights to decisions*
3. *Techniques of data cleaning, quality and preparation.*
4. *Introduction to feature engineering for Machine Learning*
5. *Learning evaluation, performance metrics and error evaluation*
6. *Methods and techniques of supervised learning*
7. *Methods and techniques of unsupervised learning*
8. *Prediction Modelling*
9. *Introduction to Neural Networks, Deep Learning and Reinforcement Learning.*

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

A abordagem integrada e progressiva do programa da UC permitirá que os estudantes desenvolvam os conhecimentos teóricos e práticos e as competências previstas nos objetivos. Garante-se assim o conhecimento e a articulação dos conceitos relativos a todos os métodos e técnicas do reconhecimento de padrões aplicado a metodologias de apoio à decisão. O estudante ficará apto para identificar qual a melhor estratégia, de acordo com o problema apresentado, procurando otimizar os outcomes de um determinado sistema biomédico.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The integrated and progressive approach of the syllabus will allow students to develop theoretical and practical knowledge, skills and competences that are presented in the objectives. This approach allows the articulation of concepts related to all methods and techniques of pattern recognition applied to decision aided. The student will be able to identify the best strategy, based on a given problem, in order to optimize the outcomes of a specific biomedical system.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas serão de:

- *Tipologia Teórica: método expositivo, discussão de casos de uso e sessões com preletores convidados especialistas na área da aprendizagem automática;*

- *Tipologia Teórico-Prática: sessões práticas, baseadas na realização de problemas associados às temáticas da UC.*

A classificação final da UC é obtida:

1. *Avaliação contínua ou por exame – Realização e apresentação de um projeto final de aprendizagem automática aplicada a um tópico de investigação do interesse do estudante (100%). A seleção do problema a trabalhar será definida no decorrer das 2 primeiras semanas da UC.*
2. *Em todos os momentos de avaliação a nota mínima é de 9,5 valores.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course consists of:

- *Theoretical teaching: lectures and special sessions with invited speakers in the specific area of automatic learning;*
- *Practical and Skills Lab: practical sessions based on the resolution and discussion of problems associated with the themes of UC.*

The Course final classification is obtained:

1. *Continuous assessment or exam- Development and oral presentation of a final project based on a research topic selected by the student (100%). The selection of the topic will occur during the first two weeks of the course.*
2. *All evaluations have a minimum classification of 9,5 values.*

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

O desenvolvimento das aulas decorrerá harmonizando as metodologias de ensino com os objetivos fundamentais da UC. Esta será uma UC de aplicação, onde os estudantes aprenderão não só o porquê, mas também como executar, avaliar e decidir.

A aquisição de informação e de conhecimentos científicos e técnicos previstos nos objetivos será desenvolvida no início de cada tópico previsto, nas aulas teórico, onde será estabelecida a relação com outras matérias já tratadas em aulas anteriores ou noutras UC's.

Tentar-se-á estimular um processo de diálogo em que todos participem, através da sua própria experiência e saber. Assim, partilhar-se-á conhecimento, dúvidas e questões, de modo a beneficiar a aprendizagem dos estudantes e a provocar maior motivação dos mesmos.

A avaliação dos estudantes servirá para a aferição da eficácia das metodologias de ensino desenvolvidas na observância dos objetivos da UC e, se necessário, no futuro poder-se-á realizar algumas adaptações nas metodologias de ensino.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

During the lectures the methodologies will be harmonized to ensure the achievement of the objectives of the course. With this course the students can learn not only why, but also how to perform, evaluate and decide.

The acquisition of information, scientific and technical knowledge that are explained in the objectives will be developed at the beginning of each topic during the theoretical lectures where the relationship will be established with other matters already addressed in previous lectures or other courses.

Discussion will be promoted to everyone participate, through their own experience and knowledge. Thus, knowledge, questions and doubts can be shared in order to benefit the learning and motivation of the student.

The evaluation of students allows the measure the effectiveness of teaching methodologies developed in compliance with the course objectives and, if necessary, in the future it will be possible to carry out some changes in teaching methodologies.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Zheng, A., Casari A. (2018) Feature Engineering for Machine Learning: Principles and Techniques for Data Scientists, O'Reilly Media.

Kelleher, J., Namee, B. D'Arcy A (2015) Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples and Case Studies, MIT Press books.

Ozdemir, S., Susarla, D (2018) Feature Engineering Made Easy, Packt Publishing.

Duda, R., Hart, P. & Stork, D. (2001) Pattern Classification, Wiley.

Theodoridis S. & Koutroumbas, K. (2008) Pattern Recognition, Fourth Edition, 4th ed. Academic Press.

Marques, J.S. (1999) Reconhecimento de Padrões Métodos Estatísticos e Neurais, IST Press.

Jensen, F., (2001) Bayesian Networks and Decision graphs, Springer-Verlag.

Tuceryan, M. & Jain, A. (1998) The Handbook of Pattern Recognition and ComputerVision (2Ed). World Scientific PublishingCo.

Jain, A.K. , Duin, R.P. & Mao, J. (2000) Statistical pattern recognition: A review, IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 22, 4–37.

Anexo II - Gestão de Equipamentos Médicos**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Gestão de Equipamentos Médicos***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Management of Medical Equipment***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EG***9.4.1.3. Duração:***Semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:***160***9.4.1.5. Horas de contacto:***T - 15h, TP - 30h***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Augusto da Silva Sobral, 22,5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Ana Sofia de Oliveira Figueiredo, 16,5h**Manuel José de Matos, 6h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. de um sistema de gestão de activos, de acordo com a ISO 55001;*
- 2. Conhecer em que consistem as várias políticas de manutenção e como seleccionar as mais apropriadas;*
- 3. Saber redigir, seleccionar e gerir contratos de manutenção;*
- 4. Conhecer os conceitos de função de um componente, falha de função, causas, efeitos e consequências;*
- 5. Saber determinar a fiabilidade de componentes e a fiabilidade de sistemas;*
- 6. Quantificar o risco de falhas na exploração de equipamentos usando diversas metodologias (FMEA, FTA e ETA);*
- 7. Compreender a importância da Metrologia na área da saúde;*
- 8. Saber realizar uma avaliação das incertezas;*
- 9. Conhecer os conceitos de verificação e calibração;*
- 10. Saber como se realizam os testes e calibrações de equipamentos médicos*
- 11. Conhecer as obrigações legais para gestão do fim do ciclo de vida de equipamentos médicos.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Know the requirements of an asset management system in accordance with ISO 55001;*
- 2. Know the various maintenance policies and how to select the most appropriate ones;*
- 3. Know how to write, select and manage maintenance contracts;*
- 4. Know the concepts of function of a component, function failure, causes, effects and consequences;*
- 5. Know how to determine component reliability and system reliability;*
- 6. Quantify the risk of equipment operational failures using several methodologies (FMEA, FTA and ETA);*
- 7. Understand the importance of Metrology in the health area;*
- 8. Know how to perform an uncertainty assessment;*
- 9. Know the concepts of verification and calibration;*
- 10. Know how medical equipment tests and calibrations are performed*
- 11. Know the legal obligations for end-of-life management of medical equipment.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução*
2. *Gestão de Activos Físicos*
3. *A Função Manutenção*
4. *Gestão de Contratos*
5. *Sistemas informáticos de apoio à gestão*
6. *Fiabilidade, Manutibilidade e Disponibilidade*
7. *Segurança e Risco*
8. *Metodologias e Ferramentas para apreciação do risco*
9. *Metrologia na saúde*
10. *Avaliação de Incertezas*
11. *Verificação e Calibração*
12. *Teste e calibração de equipamentos médicos*
13. *Gestão do fim de vida de Equipamentos Médicos*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction*
2. *Physical Asset Management*
3. *The Maintenance Function*
4. *Contract Management*
5. *IT management support systems*
6. *Reliability, Maintainability and Availability*
7. *Safety and Risk*
8. *Risk Assessment Methodologies and Tools*
9. *Metrology in Health*
10. *Uncertainty Assessment*
11. *Verification and Calibration*
12. *Test and Calibration of Medical Equipment*
13. *End-of-Life Management of Medical Equipment*

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

Os conteúdos programáticos permitem habilitar os alunos com os conhecimentos necessários para usarem as melhores práticas de engenharia para com propriedade:

1. *Proporem alternativas ao desenho obsoleto das estruturas organizacionais, conduzindo à melhoria da fiabilidade e da disponibilidade dos equipamentos e à consequente diminuição dos custos de manutenção*
2. *Adoptarem as políticas de manutenção mais adequadas a cada caso com base na importância de cada equipamento para a Organização e nas consequências das falhas ocorridas*
3. *Construírem estruturas de indicadores chave que permitam monitorizar continuamente o desempenho da gestão da manutenção de equipamentos*
4. *Saberem aplicar metodologias de análise do risco inerente aos equip. médicos e sua utilização*
5. *Saberem estabelecer planos de calibração e verificação para os equip. médicos e compreender incertezas associadas às medições realizadas, com o objectivo de melhorar a qualidade e/ou a diminuição do custo dos serviços prestados*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus described allows enabling future professionals with the necessary knowledge to use engineering best practices for ownership:

1. *Propose alternatives to the obsolete design of organizational structures, leading to the improvement of equipment reliability and availability and the consequent reduction of maintenance costs;*
2. *Adopt the most appropriate maintenance policies for each case based on the importance of each equipment to the Organization and the consequences of the failures that occurred;*
3. *Build key indicator frameworks to continuously monitor equipment maintenance management performance;*
4. *Know how to apply risk analysis methodologies inherent to medical equipment and its usage;*
5. *Know how to establish calibration and verification plans for medical equipment and understand uncertainties associated with the measurements made, with the aim of continuously improving the quality and / or reducing the cost of services provided.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1. *A metodologia de ensino assenta em métodos activos e dedutivos de exposição com o apoio de slides em PowerPoint e na resolução de casos práticos demonstrativos das metodologias e ferramentas apresentados.*
2. *A avaliação dos conhecimentos adquiridos assenta em dois elementos de avaliação, nomeadamente a realização de um Trabalho de Investigação (TI) a realizar em grupo e a realização de um Exame (Ex) individual a realizar em qualquer uma das épocas de exame.*

O Trabalho de Investigação é pedagogicamente fundamental, sendo obrigatório, e tendo um peso de 40% na Nota Final (NF) da unidade curricular. O Exame tem um peso de 60% na nota final da unidade curricular. Em qualquer um dos momentos de avaliação, considera-se aprovado quem obtiver uma avaliação igual ou superior a 10 valores.

A Nota Final será determinada através da seguinte expressão:

$$NF=0.4xTI+0.6xEx$$

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

1. The teaching methodology is based on active and deductive methods of exposure with the support of PowerPoint slides and the resolution of case studies demonstrating the methodologies and tools presented.

2. The assessment of the acquired knowledge is based on two assessment elements, namely the accomplishment of a Research Work (IT) to be performed in group and the accomplishment of an individual Examination (Ex) to be carried out in any of the exam periods.

The research work is pedagogically fundamental, being compulsory, and having a weight of 40% in the final grade (NF) of the course. The Exam has a weight of 60% in the final grade of the course.

In any of the evaluation moments, it is considered approved who obtains an evaluation equal or superior to 10 values.

The final grade will be determined by the following expression:

$$NF = 0.4xTI + 0.6xEx$$

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

Nas aulas teóricas são expostos os conteúdos teóricos com recurso a métodos de exposição suportados em projecções em PowerPoint de conceitos e de figuras.

Nas aulas práticas são realizados exercícios seleccionados para consolidar os conceitos descritos nas aulas teóricas. O esclarecimento de dúvidas e a discussão de diferentes abordagens para os problemas geram interactividade durante as aulas. São apresentados exemplos de aplicação reais dos conceitos descritos na aula, para maior compreensão e motivação dos alunos. Os alunos têm acesso a casos simulados da realidade e são convidados a resolver fora das horas de contacto.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Theoretical classes expose the theoretical contents using exposure methods supported by PowerPoint projections of concepts and figures.

In practical classes selected exercises are performed to consolidate the concepts described in the lectures. Clarifying doubts and discussing different approaches to problems generate interactivity during class. Real application examples of the concepts described in the class are presented for students' understanding and motivation. Students have access to simulated reality cases and are invited to solve outside of contact hours.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Sobral, J. (2019), Apontamentos da Unidade Curricular, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

[2] Figueiredo, A.S. (2019), Apontamentos da Unidade Curricular, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

[3] Assis, R. (2014), Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos, LIDEL

Bibliografia Complementar

[4] Cabral, S. (2014), Organização e Gestão da Manutenção, LIDEL

[5] IPQ, 2007, NP EN 13306 – Terminologia da Manutenção, Instituto Português da Qualidade, Caparica

Anexo II - Fundamentos de Processamento de Imagem Médica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Processamento de Imagem Médica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Medical Image Processing

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EB

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:*130***9.4.1.5. Horas de contacto:***TP - 30h; PL - 15h***9.4.1.6. ECTS:***5***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Pedro Miguel Torres Mendes Jorge; 22,5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Sérgio Figueiredo; 22,5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:*

- 1. Conhecer os fundamentos usados em processamento de imagem médica.*
- 2. Conhecer os formatos e modalidades de imagens biomédicas.*
- 3. Perceber a importância dos métodos de pré-processamento e melhoramento da imagem médica, com ênfase nas técnicas de filtragem.*
- 4. Compreender os métodos clássicos de segmentação orientados à extração de características e classificação em imagens médicas.*
- 5. Conhecer os métodos de co-registo e reconstrução de imagem médica.*
- 6. Compreender a importância do processamento de imagem médica, particularmente, com recurso a ferramentas que permitam assegurar a assistência ao diagnóstico em estudos-caso.*
- 7. Usar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de um pequeno projeto integrador usando métodos de processamento de imagem, numa área de aplicação biomédica selecionada.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*Students who successfully complete this course unit will be able to:*

- 1. Know the fundamentals used in medical image processing.*
- 2. Know the formats and modalities of biomedical images.*
- 3. Understand the importance of preprocessing methods and medical image enhancement, with emphasis on filtering techniques.*
- 4. Understand the classic algorithms of segmentation oriented to feature extraction and classification in medical images.*
- 5. Know the methods of co-registration and medical image reconstruction algorithms.*
- 6. Understand the importance of medical image processing, particularly using the correct diagnostic assistance tools applied to different case studies.*
- 7. Use the gained knowledge in developing a small integrative project using image processing methods in a selected biomedical application area.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução aos fundamentos do processamento de imagem médica.*
- 2. Estrutura, formação e modalidades de imagens biomédicas.*
- 3. Representação, metadados e formatos de Imagem médica.*
- 4. Pré-processamento.*
- 5. Qualidade da imagem e técnicas melhoramento da imagem médica.*
- 6. Classes de filtros digitais para aplicação em imagens médicas.*
- 7. Métodos de segmentação.*
- 8. Operadores morfológicos e etiquetação.*
- 9. Extração de características e cálculo de métricas.*
- 10. Sistemas computacionais para parametrização e classificação de imagens médicas.*
- 11. Detecção de artefactos em imagem médica e métodos de correcção.*
- 12. Transformações espaciais e co-registo de imagens médicas.*
- 13. Reconstrução de imagem médica tomográfica a partir de projeções.*

14. Modelos de renderização de volume e superfície.
15. Ferramentas de assistência ao diagnóstico: importância do processamento aplicado na prática clínica em estudos-caso.
16. Software open-source para aplicação em imagem médica.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to the fundamentals of medical image processing.
2. Structure, formation and modalities of biomedical images.
3. Medical imaging representation, metadata and formats.
4. Preprocessing.
5. Image quality and medical image enhancement techniques.
6. Digital filter types for medical imaging applications.
7. Segmentation methods.
8. Morphological operators and labelling.
9. Feature extraction and metric evaluation.
10. Computer systems for parameterization and classification of medical images.
11. Detection of medical imaging artefacts and correction methods.
12. Spatial transformations and co-registration of medical images.
13. Tomographic medical image reconstruction from projections.
14. Volume and surface rendering models.
15. Diagnostic Assistance Tools: Importance of applied processing methods in clinical case studies.
16. Open-source software for medical imaging applications.

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

A UC tem como objetivo fornecer os conceitos e ferramentas necessários para extrair informação clinicamente relevante em imagens médicas, para assistência ao diagnóstico. Esta UC começa por introduzir os fundamentos do processamento de imagem médica em função das diferentes modalidades e formatos de imagem biomédica. São introduzidos conceitos de pré-processamento e filtragem para a melhoria da imagem com aplicação na prática clínica. É abordada a temática da segmentação de imagem, extração de características e classificação como forma de obter parâmetros válidos para interpretação médica. São estudados os métodos de co-registo e reconstrução de imagem com aplicação em tomografia, em diferentes contextos clínicos. São abordados diferentes estudos-caso que permitem perceber a importância do processamento de imagem médica como ferramenta de assistência ao diagnóstico. O aluno concretiza os conhecimentos adquiridos na elaboração de projetos em aplicações biomédicas selecionadas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course aims to provide the concepts and tools necessary to extract clinically relevant information from medical images related to diagnostic assistance. This curricular unit begins by introducing the fundamentals of medical image processing in terms of different biomedical imaging modalities and formats. Preprocessing and filtering concepts for image enhancement with application in clinical practice are introduced. The topics of image segmentation, feature extraction and classification are discussed as a way to obtain valid parameters for medical and clinical interpretation. Methods of co-registration and tomography medical image reconstruction algorithms are studied in different clinical contexts. Different case studies are considered in order to understand the importance of medical image processing as a diagnostic assistance tool. The student applies the acquired knowledge in the elaboration of projects in selected biomedical applications.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC prevê um tempo total de trabalho do estudante de 135 horas, onde 45 horas são de contacto com o docente. Esta carga horária está dividida em 30 horas teórico-práticas e 15 horas de prática laboratorial. As aulas destinam-se à apresentação dos temas e de exemplos práticos de aplicação cuja importância tem tradução na prática clínica hospitalar. Os resultados da aprendizagem serão avaliados através da apreciação da componente teórica, composta por um teste, e componente laboratorial, constituída por um projeto realizado ao longo do semestre com entrega de relatório e aplicação, com discussão final. A nota final é igual a 50% da nota do teste mais 50% da componente laboratorial.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course estimates a total student workload of 135 hours, with 45 hours of contact with the professor. This contact workload is divided into 30 theoretical-practical hours and 15 hours of laboratory practice. The classes are intended for presentation of theoretical topics and practical examples whose importance is translated into hospital clinical practice. Learning outcomes will be assessed through a written test and laboratory component, which consists of a project carried out during the semester with report and application delivery, with final discussion. The final grade is equal to 50% of the test grade and 50% of the laboratory component.

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

Nas aulas teórico-práticas são apresentados os conceitos teóricos e exemplos práticos. Introduzem-se também um conjunto de algoritmos e técnicas mais utilizadas em cada tema do conteúdo programático. Esta componente é posteriormente avaliada por um teste escrito. Nas aulas laboratoriais, os alunos implementam e testam alguns destes algoritmos no âmbito da elaboração de projetos práticos. Esta componente envolve a elaboração de uma aplicação de processamento de imagem médica, a partir de um caso clínico, sobre a qual os alunos elaboram o respetivo relatório, onde motivam as opções tomadas e apresentam os resultados obtidos. No final do semestre existe uma discussão oral sobre a componente laboratorial onde os alunos são questionados sobre as escolhas efetuadas, aferindo também o grau de maturidade atingido.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In theoretical and practical classes fundamental concepts and practical examples are presented. We also introduce a set of algorithms and techniques most used in each theme of the syllabus. A written test further evaluates this component. In the laboratory classes, students implement and test some of these algorithms in the elaboration of practical projects. This component involves the elaboration of medical image processing application, based on a clinical case. For the assessment, students write a report, which motivates the choices made and present the obtained results. At the end of the semester, there is an oral discussion about the laboratory component where students are inquired about the implemented application, and also evaluating the degree of maturity reached.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Gonzalez, Woods, *Digital Image Processing*, Pearson, 4ª edição, 2018.

[2] Jan, Jiri, *Medical Image Processing, Reconstruction and Analysis: concepts and methods*, 2ª Edição, 2019.

[3] Berry, Elizabeth, *A Practical Approach to Medical Image Processing*, CRC Press, 2019.

[4] Dougherty, Geoff, *Medical Image Processing: Techniques and Applications*, Springer, 2011.

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - José Alberto Rodrigues

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

José Alberto Rodrigues

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Cristina Isabel Caetano Ferreira Januário

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

Cristina Isabel Caetano Ferreira Januário

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Jorge das Neves Duarte

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

Jorge das Neves Duarte

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Liliana Aranha Caetano

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

Liliana Aranha Caetano

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Carina Soares da Silva**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Carina Soares da Silva

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Edna Ribeiro**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Edna Ribeiro

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Vanessa Mateus**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Vanessa Mateus

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Maria Paula Alves Robalo**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Paula Alves Robalo

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Mário André Tique Briôa**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Mário André Tique Briôa

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Diogo Filipe dos Reis Ricardo**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Diogo Filipe dos Reis Ricardo

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)