

NCE/15/00073 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:
Universidade De Lisboa

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

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):
Instituto Superior Técnico

A3. Designação do ciclo de estudos:
Proteção e Segurança Radiológica

A3. Study programme name:
Radiation Protection and Safety

A4. Grau:
Mestre

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Proteção e Segurança Radiológica

A5. Main scientific area of the study programme:
Radiation Protection and Safety

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):
440

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:
449

A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:
429

A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
120

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

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

4 semesters**A9. Número de vagas proposto:**

15

A10. Condições específicas de ingresso:*Serão admitidos como candidatos os titulares de:*

- i) 1º ciclo de Bolonha ou licenciatura (pré-Bolonha) em Física, Engenharia Física, Engenharia Física Tecnológica, Ciências Biológicas (Biologia, Bioquímica), Engenharia Biomédica, Engenharia Biológica, Biotecnologia, Química, Engenharia Química, Ciências do Ambiente, Engenharia do Ambiente ou áreas científicas afins,*
- ii) licenciatura em Radiologia, Medicina Nuclear ou Radioterapia,*
- iii) grau académico conferido por uma Universidade estrangeira na sequência dum 1º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um estado aderente ao mesmo, nas áreas referidas em i) e ii), ou que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo Conselho Científico do IST.*

A admissão e seriação obedecerá às normas do regulamento de admissão ao 2º ciclo do IST (DR 2ª Série, nº 59, de 24 de Março de 2011), tendo em atenção aspetos particulares sugeridos pela Comissão Científica do Mestrado.

A10. Specific entry requirements:*Candidates will be admitted if they are holders of:*

- i) a degree of "licenciado" or equivalent in Physics, Physics Engineering, Biological Sciences (Biology, Biochemistry), Biomedical Engineering, Biological Engineering, Biotechnology, Chemistry, Chemical Engineering, Environmental Sciences, Environmental Engineering or related scientific areas,*
- ii) a degree of "licenciado" in Radiology, Nuclear Medicine or Radiotherapy*
- iii) a degree obtained after a first cycle of studies organized according to the principles of the Bologna Process, in one of the countries that complied to this Process, in the fields referred in i) or ii), or that is recognized as fulfilling the objectives of the degree of "licenciado" by the Scientific Council of IST.*

Admission and seriation will be carried out according to the rules of the 2nd cycle admission regulation of IST (DR 2ª Série, nº 59, 24th March 2011), considering particular aspects suggested by the Scientific Committee of this Master Course.

Pergunta A11

Pergunta A11

A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Não

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

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

Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:

Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:

<sem resposta>

A12. Estrutura curricular

Mapa I -**A12.1. Ciclo de Estudos:***Proteção e Segurança Radiológica*

A12.1. Study Programme:
Radiation Protection and Safety

A12.2. Grau:
Mestre

A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>

A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Proteção e Segurança Radiológica	PROT-RAD	54	0
Ciências Biológicas	CBIO	12	0
Gestão	GEST	6	0
Área científica do IST em domínio relacionado com o objectivo do Curso	AC	30	0
Outras áreas científicas relacionadas com os objetivos do curso	OUT		18
(5 Items)		102	18

Perguntas A13 e A16

A13. Regime de funcionamento:
Diurno

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

A13.1. If other, specify:
<no answer>

A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:
Instituto Superior Técnico - Campus da Alameda
Instituto Superior Técnico - Campus Tecnológico e Nuclear (CTN) - Pólo de Loures

As Unidades Curriculares sobre aspetos de Proteção e Segurança Radiológica e Dosimetria nas aplicações médicas das radiações ionizantes serão lecionadas parcialmente em ambiente clínico nos seguintes hospitais:

- Hospital de Santa Maria (HSM) - Instituto de Medicina Nuclear da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa***
- Hospital de Santa Maria (HSM) - Serviço de Radioterapia***
- Instituto Português de Oncologia de Lisboa de Francisco Gentil (IPOLFG) - Serviço de Radiologia***

A14. Premises where the study programme will be lectured:
Instituto Superior Técnico - Alameda campus
Instituto Superior Técnico - "Campus Tecnológico e Nuclear" - Loures Pole

The Curricular Units on Radiation Protection, Safety and Dosimetry of the medical applications of ionizing radiation will be partially taught in clinical environment in the following hospitals:

- Hospital de Santa Maria (HSM) - Instituto de Medicina Nuclear da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa***
- Hospital de Santa Maria (HSM) - Service of Radiotherapy***
- Instituto Português de Oncologia de Lisboa de Francisco Gentil (IPOLFG) - Service of Radiology***

A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):[A15_Regulamento de creditação da UL.pdf](#)**A16. Observações:**

Para abordar a plenitude, grande diversidade e multidisciplinaridade dos tópicos de índole científica, tecnológica, técnica, sócio-económica, cultural, ética, jurídica e legislativa das múltiplas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica, o Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica (MPSR) do IST congrega, no seu Corpo Docente:

- Professores do IST

- Investigadores do IST

- Especialistas reputados (médicos e físicos médicos) do meio hospitalar, nomeadamente do Hospital de Santa Maria (Instituto de Medicina Nuclear e Serviço de Radioterapia) e do Instituto Português de Oncologia de Lisboa de Francisco Gentil (Serviço de Radiologia).

Pretende-se que a experiência clínica e operacional dos alunos em Proteção e Segurança Radiológica seja adquirida através de estágios, trabalhos e lecionação em ambiente hospitalar e industrial. Para tal, a colaboração entre o IST e as instituições acima referidas (e outras) deverá ser formalizada através do estabelecimento de protocolos de colaboração entre as partes envolvidas.

A formação prática (experimental, laboratorial e operacional) em aspetos científicos e técnicos das diversas Unidades Curriculares do Mestrado será adquirida em laboratórios e infraestruturas de departamentos e centros de investigação do IST, no campus da Alameda e no Campus Tecnológico e Nuclear (CTN).

Com o MPSR, estabelecer-se-ão novas ligações ou serão aprofundadas ligações já existentes com o meio hospitalar, industrial, empresarial e da investigação, através de seminários a serem proferidos por palestrantes convidados, especialistas de instituições e empresas dos meios previamente referidos. Tais ligações repercutir-se-ão na empregabilidade dos futuros Mestres.

A internacionalização do ciclo de estudos proposto, um dos principais objetivos deste Mestrado, será alcançada através de colaborações com instituições de referência europeias (universidades, centros de investigação e indústrias), com intercâmbio de alunos e professores e também através da participação dos membros do Corpo Docente em projetos, redes e plataformas europeias nos tópicos científicos e em Educação e Treino em Proteção e Segurança Radiológica.

Outro dos objetivos do MPSR é assegurar a aprendizagem ao longo da vida providenciando educação e formação complementar a profissionais que desejem renovar e atualizar os seus conhecimentos, capacidades e competências em aspetos científicos, tecnológicos, técnicos, socio-económicos, jurídicos, legais ou éticos da Proteção e Segurança Radiológica.

O elenco de unidades curriculares optativas será definido anualmente pelo órgão legal e estatutariamente competente.

A16. Observations:

In order to address the fullness and the broad range of multidisciplinary scientific, technological, technical, socioeconomic, cultural, ethical and legal topics in the multiple components of Radiation Protection and Safety, the teaching staff of the Master Course in Radiation Protection and Safety (MPSR) of IST includes:

- Teachers from IST

- Researchers from IST

- Experts of cornerstone reputation (medical doctors, medical physicists) in hospitals, namely at Hospital de Santa Maria (Nuclear Medicine Institute and Service of Radiotherapy) and at Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (Service of Radiology).

The devised programme aims at providing students with clinical and operational experience in Radiation Protection and Safety acquired through internships ("estágios"), works and classes in hospitals and in industrial environment. In order to attain such objective, the collaboration between IST and the aforementioned institutions (and others) will be regulated through formal protocols to be established between the involved parties.

The practical education and training (experimental, laboratorial and operational) in the scientific and technical aspects of the different Curricular Units of the Course will be acquired in laboratories and infrastructures of research Units of IST, in the campus of Alameda and in the Campus Tecnológico e Nuclear (CTN).

With the MPSR, new links will be established and on-going ones will be strengthened with hospitals, industrial and engineering companies and research institutions, by means of seminars to be delivered by invited experts from these institutions and companies. Such links will positively impact the job opportunities and job offers for the future Master degree holders.

The internationalization of the proposed study programme which is one of the main objectives of this Course, will be obtained through collaborations with European reference institutions (Universities, research centers, industrial companies), with exchanges of students and teachers, as well as with the participation of teaching staff members in European projects, networks and platforms in scientific topics and in Education and Training in Radiation Protection

and Safety.

Another objective of the MPSR is to ensure lifelong learning, with the provision of additional education and training to established professionals who may want to update or renew their knowledge, skills and competence in scientific, technological, technical, socioeconomic, legal or ethical aspects of Radiation Protection and Safety.

The list of optional Curricular Units will be defined on a yearly basis by the legal and statutory competent body.

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico

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

[1.1.2._Parecer_CG_Mestrado_Prot_Seg_Radiológica.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico do Instituto Superior Técnico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico do Instituto Superior Técnico

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

[1.1.2._Parecer_CP_Mestrado_Prot_Seg_Radiológica.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico do Instituto Superior Técnico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico do Instituto Superior Técnico

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

[1.1.2._Parecer_CC_Mestrado_Prot_Seg_Radiológica.pdf](#)

Mapa II - Conselho de Escola do Instituto Superior Técnico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Escola do Instituto Superior Técnico

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

[1.1.2._Aprovação_CE.pdf](#)

Mapa II - Reitoria da Universidade de Lisboa (Despacho Reitoral N° 202/2015)

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitoria da Universidade de Lisboa (Despacho Reitoral N° 202/2015)

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

[1.1.2._DespReit n.º 202-2015_Cr_Mest_em Protec_e Seg_Radiológica.pdf](#)

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

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos
A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

José PEDRO Miragaia Trancoso VAZ

2. Plano de estudos

Mapa III - - 1º Ano / 1º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Proteção e Segurança Radiológica

2.1. Study Programme:

Radiation Protection and Safety

2.2. Grau:

Mestre

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 1º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st Year / 1st Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fundamentos de Proteção e Segurança Radiológica / Fundamentals of Radiation Protection and Safety	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Obrigatória/Mandatory
Radioactividade Ambiente / Environmental Radioactivity	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Dosimetria e Blindagem das Radiações / Radiation Dosimetry and Shielding	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Obrigatória/Mandatory
Biologia Molecular / Molecular Biotechnology	CBIO	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Física da Radiação / Radiation Physics	OUT	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Optativa/Optional
Genómica Funcional e Comparativa / Functional and Comparative Genomics	OUT	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Optativa(Optional)
Imagiologia Médica / Medical Imaging	OUT	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Optativa/Optional

(7 Items)

Mapa III - - 1º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Proteção e Segurança Radiológica

2.1. Study Programme:

Radiation Protection and Safety

2.2. Grau:***Mestre*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****1º Ano / 2º Semestre*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****1st Year / 2nd Semester*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Resíduos Radioactivos / Radioactive Waste	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear / Radiation Protection and Dosimetry in Radiology and Nuclear Medicine	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Proteção e Segurança Radiológica em Radioterapia / Radiation Protection and Safety in Radiotherapy	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Efeitos Biológicos das Radiações / Biological Effects of Radiation	CBIO	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Radioquímica / Radiochemistry	OUT	Semestral	168	T-28 + TP-21 + PL-21	6	Optativa/Optional
Processamento de Imagem e Visão / Image Processing and Vision	OUT	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Optativa/Optional
Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering	OUT	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Optativa/Optional
Física e Engenharia Nuclear / Nuclear Physics and Engineering	OUT	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Optativa/Optional

(8 Items)**Mapa III - - 2º Ano / 1º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:*****Proteção e Segurança Radiológica*****2.1. Study Programme:*****Radiation Protection and Safety*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>**

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

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

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sistemas de Saúde / Health Systems	GEST	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Obrigatória/Mandatory
Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria / Metrology of Ionizing Radiation in Health and Industry	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Obrigatória/Mandatory
Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes / Risk and Safety in Applications of Ionizing Radiation	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + TP-21	6	Obrigatória/Mandatory
Projeto em Proteção e Segurança Radiológica / Project of Radiation Protection and Safety	PROT-RAD	Semestral	168	T-42 + S-28	6	Obrigatória/Mandatory
Simulação por Métodos de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation Methods	OUT	Semestral	168	T-28 + PL-42	6	Optativa/Optional
Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação / Systems and Techniques of Radiation Detection	OUT	Semestral	168	T-28 + PL-42	6	Optativa/Optional
Estatística Ambiental / Environmental Statistics	OUT	Semestral	168	T-42 + PL-21	6	Optativa/Optional

(7 Items)

Mapa III - - 2º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Proteção e Segurança Radiológica

2.1. Study Programme:
Radiation Protection and Safety

2.2. Grau:
Mestre

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 2º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica / Master's dissertation in Radiation Protection and Safety (1 Item)	AC	Semestral	840	E-420	30	Obrigatória

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

3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica pretende:

- *Oferecer um conjunto diversificado de disciplinas em Proteção e Segurança Radiológica, abordando tópicos de resíduos radioactivos, radioactividade ambiente, dosimetria, radiobiologia e efeitos biológicos das radiações ionizantes, estudo e projeto de blindagens contra radiações, metrologia das radiações ionizantes, risco, acidentes e emergências radiológicas;*
- *Responder às necessidades de educação, formação, treino e aprendizagem ao longo da vida de profissionais envolvidos na utilização de radiações ionizantes nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, Investigação, Engenharia, Serviços, Segurança e Energia, fornecendo aos alunos formação prática e operacional, suportada por robustos conhecimentos teóricos;*
- *Dotar os alunos de uma visão abrangente integrada dos tópicos científicos, tecnológicos, técnicos, sócio-económicos, éticos, legais, jurídicos, de regulamentação e legislação associados à Proteção e Segurança Radiológica.*

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The Master in Radiation Protection and Safety aims at:

- *Offering a diversified set of Curricular Units in Radiation Protection and Safety, addressing topics such as radioactive waste, environmental radioactivity, dosimetry, radiobiology and biological effects of ionizing radiation, radiation shielding assessment and design, metrology of ionizing radiation, radiological risks, accidents and emergencies;*
- *Filling the gaps in education, training and lifelong learning of professionals involved in the manipulation of ionizing radiation in Medicine, Industry, Research, in the sectors of Engineering, Security and Energy, providing the students with practical and operational training supported by robust theoretical knowledge;*
- *Endowing students with a comprehensive and integrated vision of the scientific, technological, technical, socio-economic, ethical, legal, regulation and legislative issues associated to Radiation Protection and Safety.*

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

Pretende-se desenvolver nos alunos:

- *Aptidões específicas, suportadas por um robusto conhecimento científico e técnico, para a abordagem de tópicos complexos associados à proteção de trabalhadores, pacientes, utentes, membros do público e do ambiente, dos riscos e efeitos deletérios decorrentes da exposição indevida a radiações ionizantes e prefigurando, em tais situações, problemas de Saúde Pública;*
- *Uma capacidade de análise, suportada por sofisticados e modernos sistemas de medida, métodos computacionais e ferramentas de apoio à decisão, do risco radiológico e dos aspetos de segurança inerentes à utilização e manipulação de feixes de radiação, fontes radioactivas e materiais radioactivos;*
- *Um elevado nível de competências nos aspetos operacionais da Proteção e Segurança Radiológica através do estabelecimento de laços estreitos com os setores hospitalar, empresarial, industrial, da investigação científica da engenharia e dos serviços.*

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

Students will develop:

- *Specific skills, supported by robust scientific and technical knowledge, to address complex topics associated to the protection of workers, patients, members of the public and the environment, from the risks and deleterious effects arising from undue exposure to ionizing radiation and raising Public Health issues and concerns;*
- *Analytical capacities, supported by modern and sophisticated measurement and detection systems, computational methods and decision support tools, to address and solve safety and radiological risk issues associated to the utilization and manipulation of radiation beams, radioactive sources and radioactive materials;*
- *A high level of competences in the operational aspects of Radiation Protection and Safety, through the establishment and fostering of links with hospitals, industries, research centers, engineering and services companies.*

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

Em Portugal, o IST é detentor de competências científicas e técnicas únicas no País, em Proteção e Segurança Radiológica. Tais competências estão legalmente atribuídas ao IST através de um conjunto diverso de Decretos-Leis e Portarias. Para o exercício de tais competências, o IST, através de Laboratórios e Grupos de Investigação localizados no Campus Tecnológico e Nuclear (CTN):

- i) É detentor de recursos humanos altamente qualificados nas diversas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica (gestão de resíduos radioactivos, determinação da radioactividade no ambiente, operacionalização de sistemas de deteção para medição da radioactividade em amostras ambientais e biológicas, dosimetria e radiobiologia e metrologia das radiações ionizantes);*
- ii) Efetua atividades de investigação e de prestação de serviços em Proteção Radiológica;*
- iii) Operacionaliza um conjunto de laboratórios, infraestruturas, equipamentos e técnicas especializadas;*
- iv) Possui um repositório de bases de dados (doses sobre exposições ocupacionais de trabalhadores, concentrações de radão, medições da radioactividade no ambiente, etc.) e*
- v) Detêm os padrões primários nacionais das grandezas dosimétricas e de Proteção Radiológica.*

Fruto das atividades previamente descritas e das competências referidas, o IST interage com várias centenas de "stakeholders" nacionais nos setores da Saúde, da Indústria, do Ambiente, da Engenharia e dos Serviços, entre outros.

Diversos laboratórios, infraestruturas e equipamentos existentes no campus da Alameda do IST serão também utilizados para o ensino dos efeitos biológicos da radiação ionizante e em disciplinas de índole biológica do Mestrado que permitirão aos estudantes melhor assimilar questões relacionadas com a perceção e avaliação do risco radiológico.

Este Mestrado ministrado por um corpo docente com extensa experiência de lecionação e desempenhando atividades de investigação e de prestação de serviços em Proteção Radiológica, Ciências da Vida e Ciências da Saúde, permitirá ao IST desempenhar um papel charneira na prestação de Ensino e Formação em Proteção e Segurança Radiológica nomeadamente no que diz respeito aos requisitos para os níveis de qualificação de profissionais dos sectores da Saúde, Indústria, Ambiente, da Engenharia e dos Serviços, entre outros, previstos na Diretiva Europeia 2013/59 /EURATOM que será transposta até 2018 para o ordenamento jurídico nacional e que prevê a existência dos seguintes níveis:

- Especialistas em Proteção contra Radiações*
- Responsável pela Proteção contra Radiações*

Os futuros Mestres em Proteção e Segurança Radiológica ficarão automaticamente qualificados para a obtenção destes níveis de qualificação, outorgados pela Direção Geral da Saúde (DGS). Adicionalmente, os futuros Mestres possuirão os conhecimentos básicos para poderem posteriormente iniciar um ciclo de estudos pós-graduação, conducente ao grau de Especialista em Física Médica previsto na referida Diretiva.

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

In Portugal, IST holds specific scientific and technical competences in Radiation Protection and Safety, some of which are unique in the country. These competences are legally established by a set of Decrees-Laws and Regulations. IST fulfils these competences, through Laboratories and Research Groups located in its "Campus Tecnológico e Nuclear" (CTN) and:

- i) Holds highly qualified human resources in multiple strands of Radiation Protection and Safety (radioactive waste management, environmental radioactivity assessment and monitoring, radiation detection systems for measurements of environmental and biological samples, dosimetry, radiobiology and metrology of ionizing radiation);*
- ii) Undertakes research activities and provides technical services to the community;*
- iii) Operationalizes specialized laboratories, infrastructures and equipment;*
- iv) Owns data repositories and databases (doses in occupational exposures, radon concentrations, monitoring of environmental radioactivity, etc.) and*
- v) Holds the national primary standards of the dosimetric and Radiation Protection quantities.*

As a result of the aforementioned activities, IST interacts with several hundreds of stakeholders in the sectors of Health, Industry, Environment, Engineering and Services, among others.

Several laboratories, infrastructures and equipment in the Alameda campus of IST will also be used for educational purposes of topics related to the biological effects induced by ionizing radiation and for teaching the Biology-related disciplines of the Master's degree Course. These Curricular Units will allow the students to develop and strengthen their knowledge about the perception and assessment of the radiological risks.

This Master's degree Course will be taught by a faculty with extensive teaching experience as well as featuring expertise in research and technical services activities in the Radiation Protection and Safety and in Life and Health Sciences. IST will strengthen its leading role in Education and Training in Radiation Protection and Safety, namely in what concerns the requirements for the qualification of professionals in the Sectors of Health, Industry and the Environment, Engineering and Services, among others, foreseen in the Directive 2013/59/EURATOM of the European Council, that will be transposed for the Portuguese legal framework by 2018 and that encompasses the following qualification levels:

- *Radiation Protection Expert (RPE)*
- *Radiation Protection Officer (RPO)*

The holders of the Master's degree will be entitled to be recognised, by the Portuguese Directorate General of Health (DGS) as RPEs and RPOs. Additionally, they will be in full possession of the pre-requisites to enter a post-graduation track that will lead to the qualification level as Medical Physics Experts (MPE), also foreseen in the Directive.

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

3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, vertidos no Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da República de 25 de Setembro de 2013:

"É missão do IST, como instituição que se quer prospetiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas."

Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo, estabelece-se:

"No cumprimento da sua missão, o IST:

a) Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós -graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico;

...

h) Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente"

Também no n.º 1 do Artigo 4.º dos referidos Estatutos, estabelece-se como atribuições do IST, com vista à realização da sua missão:

a) A realização de atividades de investigação científica e tecnológica, com vista à produção do conhecimento, à inovação, ao apoio ao ensino e à prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade;

...

c) A organização de cursos de 1.º, 2.º e 3.º ciclos, de especialização, e de formação profissional e aprendizagem ao longo da vida, quer no âmbito da escola, quer de outras instituições, académicas e não académicas, nacionais ou estrangeiras;

Relativamente às atribuições em matérias de Educação e Formação especificamente em Proteção e Segurança Radiológica (de que era detentor o ex-Instituto Tecnológico e Nuclear), estipula o n.º2 do Artigo 4.º dos referidos Estatutos:

"São também atribuições do IST as que lhe foram atribuídas por força da integração do Instituto Tecnológico e Nuclear, I. P., determinada pelo Decreto -Lei n.º 29/2012, de 9 de fevereiro."

A oferta do novo ciclo de estudos em Proteção e Segurança Radiológica permite dar consistência a essas competências e consolidar a posição de liderança que o IST detém nesta área científica e técnica, ajudando a Escola a posicionar-se entre as melhores Universidades Europeias neste setor.

3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project:

The IST Regulations are published in "Despacho" n.º 12255/2013, published in the Official Journal on 25th September 2013, and determine in Article 3, n.º 1 (translation from the Portuguese text):

"It is the mission of IST, as a Higher Education institution, to strive the constant innovation and the sustained progress of the society of knowledge, culture, science and technology, in a framework of humanist values"

The n.º2 of the same Article stipulates (translation from the Portuguese text):

"In the fulfillment of its mission, IST:

a) Priviledges scientiifc research, education, with emphasis in Post-graduation, and lifelong learning, as well as technological development"

...

h) Undertakes its social role providing scientific and technical services to the community, and supporting its graduates in the labour market and in their continuous training"

In Article 4 n.º1 of the aforementioned Regulations, it is established as attributes of IST for pursuing its mission (translation from the Portuguese text):

"a) The undertaking of scientific and technological research activities towards knowledge and innovation, support to education and the provision of scientific and technical services to the community.

...

c) The organziation of 1st, 2nd and 3rd cycles of studies and academic qualification, of professional training and lifelong learning within the framework of the institution as well as of other academic and non-academic institutions, national and foreign"

Concerning the attributes in Education and Training, specifically in Radiation Protection and Safety (held by the former

Instituto Tecnológico e Nuclear, a research centre) the Article 4 n°2 of the Regulation establishes (translation from the Portuguese text):

"The attributes of IST also encompass those that result from the integration of the Instituto Tecnológico e Nuclear as stipulated in Decree-Law n°29/2012 of 9th February."

This new cycle of studies in Radiological Protection and Safety will allow the fulfillment by IST of the aforementioned competences and to consolidate its leadership in these scientific and technical areas, and its status as "primus inter pares" amongst the best European Higher Education institutions.

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

Neste Mestrado será utilizada a experiência já existente e serão exploradas sinergias entre diversos Departamentos do IST, nomeadamente o DECN (Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares), o DBE (Departamento de BioEngenharia), o DF (Departamento de Física), o DEG (Departamento de Engenharia de Gestão) e o DECivil (Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georecursos), para abordar os tópicos transversais e multidisciplinares nas múltiplas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica.

Os Departamentos previamente referidos possuem experiência de investigação, prestação de serviços, educação e treino em aspetos tais como as Ciências e Tecnologias Nucleares (DECN), as Ciências da Saúde e da Vida (DBE), a Física das Radiações ionizantes (DF), métodos de Gestão (DEG) e métodos e técnicas ambientais (DECivil) que permitirão abordar os aspetos científicos, tecnológicos, técnicos, sócio-económicos, etc., das diversas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica nas aplicações das radiações ionizantes nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, Engenharia e Serviços, entre vários outros.

O Mestrado permitirá fortalecer as ligações do IST, enquanto escola de vanguarda em Engenharia, Ciência e Tecnologia, ao meio hospitalar, industrial e empresarial, fruto das interações previstas com decisores, especialistas e outros "stakeholders" nos setores de atividade previamente referidos.

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

In this Master's degree Course, the existing experience and the synergies between different Departments of IST, namely DECN (Department of Nuclear Sciences and Engineering), DBE (Department of BioEngineering), DF (Physics Department), DEG (Department of Engineering and Management) and DeCivil (Department of Civil Engineering, Architecture and Georesources) will be exploited to address the cross-cutting, multidisciplinary and leading edge topics in Radiation Protection and Safety.

The aforementioned Departments feature experience in research, provision of technical services, education and training in different areas such as Nuclear Sciences and Technologies (DECN), Life and Health Sciences (DBE), the Physics of ionizing radiation (DF), Management methods (DEG) and environmental methods and methodologies (DECivil) that will be used to address the scientific, technological, technical, socio-economic issues in the different strands of Radiation Protection and Safety in the applications of ionizing radiation in Health, Industry, Environment Engineering and Services sectors, amongst several others.

The Master's degree Course will strengthen the links between IST, as a leading School of Engineering, Science and Technology, with the Health, industrial and managerial sectors, as a result of the foreseen interaction with decision makers, experts and other stakeholders in the aforementioned activity sectors.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Fundamentos de Protecção e Segurança Radiológica / Fundamentals of Radiation Protection and Safety

3.3.1. Unidade curricular:

Fundamentos de Protecção e Segurança Radiológica / Fundamentals of Radiation Protection and Safety

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

António Manuel da Silva de Nazareth Falcão (63 h)

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular faz a introdução aos conceitos fundamentais da problemática da Protecção e Segurança

Radiológica (PSR). Conhecimentos básicos serão transmitidos aos alunos, e a aptidão de os colocar em prática será estimulada, contribuindo para que no decurso da aprendizagem o aluno adquira a capacidade de ter uma acção competente perante situações concretas.

Ao nível dos conhecimentos, o aluno deverá compreender o enquadramento técnico/científico e normativo que subjaz à protecção contra as radiações ionizantes e os conceitos de Protecção Radiológica (PR) operacional.

Ao nível das aptidões o aluno deverá adquirir a capacidade de aplicar os conceitos de PSR em situações concretas para conduzir à utilização segura e regulamentar das radiações ionizante em diferentes práticas e instalações.

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

This Curricular Unit introduces fundamental concepts that are at the basis of any effective Radiation Protection and Safety (RPS) activity. The fundamental concepts will be transmitted to the student, and the ability to put them into practice will be stimulated, enabling that throughout the Master Course the student gains the ability to act in a competent manner when facing real situations.

At the knowledge level, the student must understand the technical/scientific background in which the RPS relies, and the legal Framework that it must comply with, as well as the fundamental concepts of operation Radiation Protection. At the level of skills, the student must acquire de ability to apply the RPS concepts in specific situations in order to guarantee the safe use of ionizing radiation in different practices and installations.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Da descoberta da radioactividade à percepção da necessidade da PR

Conceitos base de PR

Dose, grandezas dosimétricas e grandezas próprias da PR. Efeitos biológicos das radiações e o risco associado

Enquadramento técnico-científico e normativo

ICRP. O sistema de PR: justificação, optimização, risco potencial, estrutura de intervenção, avaliação. Organizações internacionais. Enquadramento legal europeu e nacional

PR no terreno I

Requisitos. Monitorização de instalações e monitorização da exposição dos trabalhadores

PR no terreno II

Situações de rotina e intervenção em caso de incidente ou acidente. Dispositivo de, e implementação da intervenção.

Avaliação de consequências. Comunicação. Monitorização dos efeitos

Cultura de segurança e o Programa de PR

3.3.5. Syllabus:

From the discovery of radioactivity to the need of RP

Basic concepts in RP

Dose, dosimetric quantities and specific quantities of RP. Biological effects of radiation and risk associated

Technical/scientific and legal framework

ICRP. RP: justification, optimization, potential risk, intervention structure, evaluation. International organisations.

European and Portuguese legal frameworks.

RP in the field I

Requirements. To monitor installations and the exposure of workers

RP in the field II

Routine control and intervention in the cases of accident or incident. The structure for, and the implementation of an intervention. Assessment of consequences. Information. Follow up of the effects.

Safety culture and the RP programme

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

A UC inicia-se com um bloco de eventos ocorridos após a descoberta da radioactividade que levaram à percepção da necessidade da Protecção Radiológica (PR). A relevância da PR será reforçada através de informação sobre fontes de radiação naturais e artificiais, e sobre múltiplas actividades em que fontes de radiação ionizante são usadas e em que a PR desempenha um papel relevante.

A UC aborda de seguida conceitos de base fundamentais (Conceito de dose, grandezas dosimétricas e grandezas próprias da PR, efeitos directos e indirectos da interacção da radiação ionizante com a matéria biológica e risco). Estes conceitos são indispensáveis para se perceberem os objectivos e resultados do trabalho técnico/científico realizado, bem como o sistema normativo que foi criado. Vários destes tópicos serão desenvolvidos em outras UC.

O bloco seguinte da UC aborda os resultados do trabalho técnico/científico e a forma como está reflectido em recomendações e no quadro legal (casos Europeu e Português serão tratados)

Os tópicos sobre PR operacional informarão sobre aspectos práticos da PR e proporciona o desenvolvimento de aptidões na aplicação dos conceitos.

O mesmo se diz relativamente ao bloco final que aborda a cultura de segurança e o programa de protecção em que casos de rotina, mas também incidentes e acidentes serão estudados (Conceitos e objectivos da intervenção em caso de emergência. Dispositivo de intervenção. Implementação da intervenção. Avaliação das consequências.

Comunicação (autoridades, público). Monitorização dos efeitos (acompanhamento clínico, estudos epidemiológicos, sociais, económicos). Ensinamentos dos acidentes conhecidos.

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

The first topic of the Curricular Unit is a brief overview of the historical facts that led to the need of RP. The importance of RP will be further demonstrated by going through natural and artificial sources of radiation, and briefly mention activities where the use of ionizing radiation and, hence, RP are relevant.

The Curricular Unit will then address fundamental concepts (dose, quantities in dosimetry and RP) along with basic knowledge about biological effects of ionizing radiation. These are indispensable to understand the purpose and results of the scientific work done along the years, as well as the normative legal activity. This block of the Curricular Unit will also set the scene for other Curricular Units.

Information on the relevant results of the technical/scientific work as well as it is reflected in recommendations and on the legal framework (European as well as Portuguese will be addressed)

The topics about operational RP will give information about practical aspects of RP and provide an opportunity for student do develop skills in the application of the concepts.

The same is valid for the final block about the safety culture and the RP programme, where routine situations as well as accident and incident cases will be studied. (interventional structure and team, implementation of intervention measures, evaluation of the consequences, monitoring the effects, what we learned from past cases, ...)

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas

Exercícios a realizar em aulas TP por vezes com suporte vídeo

Estudos de caso

A avaliação final consistirá da preparação, apresentação e discussão de um estudo de caso

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Conventional theory classes that include example videos

Example exercises to be performed in TP classes

Case studies

The final assessment of the students will be done around a case study, that will have to be studied, presented and discussed

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

Aulas teóricas são indispensáveis para transmitir novos conhecimentos, e o suporte vídeo é tipicamente muito eficaz na sensibilização do aluno.

Aulas TP são importantes para consolidar conhecimentos e desenvolver aptidões

Os estudos de caso são elemento essencial da abordagem pedagógica da problemática da PR, porque proporcionam o contacto com todas as matérias lecionadas e estimulam o desenvolvimento de aptidões, e a colaboração entre alunos na procura de soluções para problemas concretos.

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

Theory classes are indispensable to transmit new knowledge, and the video support is typically very effective in attracting the student attention.

TP classes are important to consolidate the knowledge and to develop skills.

Case studies are an essential methodology of the pedagogical approach of the CU, because it provides the ability to touch all the topics lectured, and stimulate the development of skills as well the interaction between students

3.3.9. Bibliografia principal:

European Radiation Protection Course (Basics), Coordinators: Philippe Massiot and Christine Jimonet, ISBN: 978-2-7598-0701-1, EDP Sciences, 2014.

Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources

Standard Syllabus – training Course series 18, IAEA-TC-18, ISSN 1018-5518, IAEA 2002.

ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 103, Ann. ICRP 37 (2-4), 2007.

Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho, de 5 de dezembro de 2013, que fixa as normas de segurança de base relativas à proteção contra os perigos resultantes da exposição a radiações ionizantes, e que revoga as Diretivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom

3.3.1. Unidade curricular:

Radioactividade Ambiente / Environmental Radioactivity

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

Mário João Capucho dos Reis (35 h)

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

Maria José Bação Madruga (14 h)

José Alberto Gil Corisco (14 h)

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

Desenvolver e aprofundar os conhecimentos na área da radioactividade no ambiente resultante de situações de exposição existente, exposição planeada e exposição de emergência. Familiarizar os alunos com conceitos e metodologias para monitorização e avaliação da radioactividade no ambiente, bem como com as capacidades e limitações das diferentes técnicas de medição. Dar a conhecer as possíveis aplicações da radioactividade nas ciências do ambiente, nomeadamente a utilização de radionuclidos naturais e antropogénicos como traçadores de processos ambientais complexos.

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

To develop and to strengthen the students knowledge regarding environmental radioactivity resulting from existing exposure, planned exposure and emergency exposure situations. Get the students acquainted with concepts and methodologies related to the monitoring and assessment of the radioactivity in the environment, as well as with the capabilities and limitations of the different measurement techniques. To present the potential applications of radioactivity in environmental sciences, namely the use of natural and anthropogenic radionuclides as tracers of complex environmental processes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos: radioactividade natural e antropogénica; origens, vias e doses de exposição; radionuclidos críticos e vias críticas. 2. Transferência de radionuclidos no ambiente: vias de transferência atmosféricas; vias de transferência terrestres; vias de transferência aquáticas; utilização de radionuclidos como traçadores ambientais. 3. Vigilância radiológica do ambiente: objetivos e tipos de redes de monitorização; programas de vigilância radiológica ambiental (locais, nacionais e internacionais); metodologias, medições contínuas e descontínuas; técnicas de amostragem; técnicas radioanalíticas aplicadas a amostras ambientais. 4. Exposição de emergência: princípios e critérios de intervenção; conceitos de dose projectada, dose evitada e dose residual; tipos de emergência e medidas de protecção; níveis de referência e níveis de acção. 5. Impactes radiológicos e avaliação de consequências: metodologias de avaliação probabilística de consequências; sistemas de suporte à decisão.

3.3.5. Syllabus:

1. Fundamentals: natural and anthropogenic radioactivity; origins, pathways and exposure doses; critical radionuclides and critical exposure pathways. 2. Transfer of radionuclides in the environment: atmospheric pathways; terrestrial pathways; aquatic pathways; use of radionuclides as environmental tracers. 3. Environmental radioactivity surveillance: objectives and types of monitoring networks; environmental radioactivity surveillance programmes (local, national and international); methodologies, continuous and discontinuous measurements; sampling techniques; radioanalytical techniques applied to environmental samples. 4. Emergency exposure: concepts of projected dose, averted dose and residual dose; types of emergencies and countermeasures; reference levels and action levels. 5. Radiological impacts and consequence assessment: probabilistic consequence assessment methodologies; decision support systems.

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular pretendem, de forma abrangente e integrada, transmitir aos alunos os conceitos fundamentais da protecção radiológica do ambiente: origens e comportamento dos radionuclidos no ambiente, a sua monitorização e a avaliação do respectivo impacto no homem e no ambiente. A unidade curricular incluirá uma importante componente prática de demonstração das diversas técnicas radioanalíticas aplicadas a amostras ambientais, bem como das principais ferramentas de cálculo para avaliação de consequências. Os alunos serão ainda expostos a seminários sobre temas específicos e relevantes no domínio desta unidade curricular, tendo a oportunidade de contactar com profissionais de elevada experiência nas diferentes áreas.

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

The syllabus of this course intends, in a comprehensive and integrated way, to give students the fundamental concepts of the environmental radiation protection: origins and behavior of radionuclides in the environment, their monitoring and the evaluation of their impact on man and the environment. The curricular unit will include an important practical component of demonstration of the various radioanalytical techniques applied to environmental samples, as well as the

main tools to perform consequence assessment. Students will also be exposed to seminars on specific and relevant topics for the purposes of this course, having the opportunity to meet and discuss with highly qualified and experienced professionals on the field.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será realizado através de aulas teóricas com recurso a meios audiovisuais e aulas práticas de demonstração em ambiente laboratorial. Em semanas específicas serão organizados seminários sobre temas de relevância para o conteúdo programático e apresentação e discussão de casos de estudo.

A avaliação será efectuada através de dois testes intercalares (40%) e trabalho final de grupo (grupos de 2/3) com apresentação e discussão em aula (60%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching will take place through lectures using audiovisual media and practical classes of demonstration in the laboratory. In specific weeks seminars will be organized on topics of relevance to the program content and presentation and discussion of case studies.

The evaluation process will include two partial tests (40%) and a final group work assignment (groups of 2/3) with presentation and discussion in class (60%).

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

A metodologia de ensino utilizada consiste na leccionação teórica dos conceitos e temas mais relevantes na área da radioactividade ambiente, complementada por aulas práticas de demonstração em ambiente laboratorial e aulas de aplicação das ferramentas de cálculo de avaliação de consequências a estudos de caso específicos. Pretende-se com esta metodologia que os alunos adquiram conhecimentos consistentes nas matérias em causa e os apliquem na resolução de problemas concretos. Os seminários sobre temas específicos darão aos alunos a oportunidade de ter um contacto directo e privilegiado com profissionais de elevada e reconhecida experiência na área.

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

The adopted teaching methodology consists on the theoretical lecturing of the most relevant concepts and issues in the field of environmental radioactivity, complemented by practical demonstration laboratory classes as well as classes for the application of some consequence assessment tools to specific case studies. This will allow the students to acquire a solid knowledge of the related matters and to apply them to solve specific problems. The seminars on specific relevant issues will give the students the opportunity to have a direct and privileged contact with highly qualified and experienced professionals on the field.

3.3.9. Bibliografia principal:

- Merrill Eisenbud, *Environmental Radioactivity – from natural, industrial and military sources*, (1987)
- *Radioecology after Chernobyl – biogeochemical pathways of artificial radionuclides*, Scope 50, (1994)
- IAEA Safety Series 64, *Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring*, (2010)
- ICRP Publication 63, *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency*, (1993)
- G. Choppin et al., *Radioactivity and Nuclear Chemistry*, (2013)
- M. L'Annunziata, *Handbook of Radioactivity Analysis*, (2003)
- IAEA, *Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclides Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments. Technical Report Series 472*, (2010)
- ICRU, *Sampling for radionuclides in the environment*, Vol. 6 (1), report 75, (2006)
- IAEA, *Quantification of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments for radiological assessments*, Technical Document 1616, (2009)

Mapa IV - Dosimetria e Blindagem das Radiações / Radiation Dosimetry and Shielding

3.3.1. Unidade curricular:

Dosimetria e Blindagem das Radiações / Radiation Dosimetry and Shielding

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (35h)

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

Pedro Manuel Peixoto Teles (28h)

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

Desenvolver e aprofundar os conhecimentos, aptidões e competências em:

- *Grandezas dosimétricas: grandezas físicas e a sua relação com dose absorvida; grandezas de proteção e operacionais*
- *Métodos e técnicas de cálculo, avaliação e medição de doses de radiação ionizante nas suas múltiplas aplicações*
- *Tópicos de dosimetria das aplicações médicas, industriais, e científicas das radiações ionizantes*
- *Aspetos operacionais da Proteção Radiológica e Dosimetria, com estudo e manipulação de sistemas de deteção e de monitorização de radiações*
- *Relação entre risco radiológico e dose*
- *Perceção, avaliação e comunicação do risco radiológico*
- *Microdosimetria e nanodosimetria*

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

To strengthen and to develop knowledge, skills and competences in:

- *Methods and techniques for the calculation, assessment and measurement of ionizing radiation doses, in multiple applications*
- *Dosimetry issues in the medical, industrial and scientific applications of ionizing radiation*
- *Operational aspects of Radiation Protection and Dosimetry, with study and manipulation of radiation detection and monitoring systems*
- *Relationship between radiological risk and dose*
- *Radiological risk perception, assessment and communication*
- *Microdosimetry and Nanodosimetry*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução dos conceitos, grandezas e unidades radiométricas e dosimétricas fundamentais*
- *Grandezas da proteção e grandezas operacionais*
- *Dosimetria externa*
- *Dosimetria interna e modelos biocinéticos*
- *Dosimetria de fótons e dosimetria de neutrões*
- *Dosimetria de partículas carregadas*
- *Dosimetria das aplicações médicas das radiações ionizantes*
- *Proteção radiológica do paciente nas exposições médicas das radiações ionizantes*
- *Dosimetria das aplicações industriais das radiações ionizantes*
- *Metodologias de cálculo e dimensionamento de blindagens contra radiações*
- *Dosimetria computacional: simulação por métodos Monte Carlo*
- *Microdosimetria e nanodosimetria: conceitos básicos*

3.3.5. Syllabus:

- *Introduction to fundamental concepts, units and radiometric and dosimetric quantities*
- *Protection quantities and operational quantities*
- *External dosimetry*
- *Internal dosimetry and biokinetic models*
- *Photon dosimetry and neutron dosimetry*
- *Charged particle dosimetry*
- *Dosimetry of the medical applications of ionizing radiation*
- *Radiation Protection of the patient in the medical exposures to ionizing radiation*
- *Dosimetry of the industrial applications of ionizing radiation*
- *Shielding assessment and shielding design methodologies*
- *Computational dosimetry: Monte Carlo simulation methods*
- *Microdosimetry and Nanodosimetry: basic concepts*

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

A Proteção e Segurança Radiológica na manipulação e utilização de feixes de partículas, fontes de radiação e materiais radioativos em múltiplos setores de actividade (incluindo as aplicações médicas e industriais) e de radionuclídeos e radiofármacos nas aplicações médicas requerem a observância dos princípios basilares de Proteção Radiológica, para evitar exposições indevidas de indivíduos e do ambiente a radiações ionizantes.

A Dosimetria inclui métodos, metodologias e sistemas para avaliar, quantificar e medir doses de radiação ionizante. A capacidade de avaliação e quantificação das doses de radiação ionizante a que estão expostos profissionais (nas aplicações médicas, industriais, de engenharia, dos serviços, etc.) e pacientes (nas aplicações médicas) requer o conhecimento aprofundado dos processos físicos de interação e dos mecanismos de transferência e deposição de energia das partículas (fótons, neutrões, partículas carregadas) ao atravessarem um material e dos efeitos biológicos induzidos pelos diversos tipos de radiação ionizante. Na moderna Dosimetria, tais efeitos devem ser estudados ao nível celular (microdosimetria) e à escala do ADN (nanodosimetria).

Uma correta perceção e avaliação do risco radiológico requer um conhecimento aprofundado dos conceitos, unidades

e quantidades fundamentais de Dosimetria e do seu significado e aplicação.

Por outro lado, a operacionalização e implementação nos locais de trabalho dos princípios de Proteção e Segurança Radiológica requerem a utilização de equipamentos e sistemas de monitorização e de deteção de radiação, e avaliação rotineira das respetivas doses absorvidas nos profissionais

O cálculo e dimensionamento de blindagens contra radiações, utilizando sofisticadas metodologias analíticas e computacionais e regulamentos internacionais, permite avaliar a exposição de indivíduos a radiações ionizantes e planejar tais exposições para níveis que satisfaçam a legislação internacional e nacional em vigor.

Nesta Unidade Curricular, serão abordados todos os tópicos anteriormente referidos, do ponto de vista teórico mas com uma forte componente experimental e laboratorial. Serão discutidos e analisados “case studies” específicos dos diversos tipos de aplicações das radiações ionizantes, nomeadamente na Saúde e Indústria.

Os estudantes desenvolverão novas aptidões e competências e familiarizar-se-ão com modernos utensílios e equipamentos que lhes permitirão desempenhar com eficácia as suas funções e obrigações de âmbito da dosimetria e de blindagens nos seus ambientes de trabalho.

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

Radiation Protection and Safety issues in the utilization of particle beams, radiation sources and radioactive materials in multiple sectors of activity (including the medical and industrial applications) and radionuclides and radiopharmaceuticals in the medical applications, requires compliance to the fundamental principles of Radiation Protection, in order to avoid undue exposure of individuals and the environment to ionizing radiation.

Dosimetry encompasses methods, methodologies and systems to assess, quantify and measure ionizing radiation doses. The ability to assess and quantify the ionizing radiation doses to which professionals (in the medical, industrial, engineering, services, etc.) and patients (in the medical applications) are exposed requires the robust knowledge of the physics processes of interaction and the mechanisms of energy transfer and energy deposition of the different particles (photons, neutrons, charged particles) crossing the materials and of the biological effects induced by ionizing radiation. In modern Dosimetry, such effects must be studied at the cellular level (microdosimetry) and at the nanometric scale (nanodosimetry).

The correct perception and assessment of the radiological risk requires the deep knowledge of the fundamental concepts and units of Dosimetry, their meaning and applicability.

On the other hand, the implementation of the Radiation Protection and Safety principles in the workplaces require the use of sophisticated radiation monitoring and radiation detection systems and equipment, and the routine evaluation of absorbed doses in personnel.

Radiation shielding assessment and design, using sophisticated analytical and computational methodologies and international regulations, allows the evaluation of the exposures of individuals to ionizing radiation and to plan such exposures to occur at levels complying to the international and national legislation.

In this Curricular Unit, all the aforementioned topics will be addressed, from the theoretical point of view but also with a strong experimental and laboratorial component. Case studies specific of the applications of ionizing radiation in Health and Industry sectors will be discussed and analysed.

Students will acquire new skills and competences and will get acquainted with modern tools and equipment to effectively perform dosimetry and shielding tasks and duties in their working environments.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas complementadas por aulas de resolução de problemas, de discussão de “case studies” e por aulas laboratoriais durante as quais os estudantes manipularão equipamentos de monitorização e deteção de radiação ionizante.

A avaliação incluirá trabalhos intercalares (70%) em tópicos de dosimetria e blindagem das radiações, sendo um deles um trabalho computacional, e o outro um exame final (30%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theory classes will be complemented with practical problem solving classes and discussion of case studies as well as laboratory sessions during which students will manipulate ionizing radiation monitoring and detection systems.

The assessment will include intermediate works (one of which computational) on topics of radiation dosimetry and radiation shielding (70%) and a final exam (30%).

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

A caracterização dosimétrica de práticas que utilizam radiações ionizantes e a quantificação e avaliação, do ponto de vista da dose e do risco radiológico associado, das exposições de profissionais e pacientes (no caso das aplicações médicas) requer a observância dos princípios fundamentais do Sistema Internacional de Proteção Radiológica mas também a familiarização com a operação de equipamentos produtores de radiação e com a manipulação de radionuclídeos e radiofármacos assim como equipamentos e sistemas de monitorização e deteção de radiação ionizante.

Nesta Unidade Curricular os alunos familiarizar-se-ão com o funcionamento de tais equipamentos e efectuarão manipulações laboratoriais e procedimentos operacionais. Esta componente prática será complementada pelo ensino de robustos conceitos teóricos.

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

The dosimetric characterization of the practices using ionizing radiation and the quantification and assessment of the dose and associated radiological risk arising from the exposure of professionals and patients implies compliance to the fundamental principles of the International System of Radiation Protection, as well as the familiarization with the equipment producing ionization radiation, with the manipulation of radionuclides and radiopharmaceuticals and with radiation monitoring equipment and radiation detections systems.

In this Curricular Unit, students will get acquainted with such equipment and will perform laboratory manipulations and operational procedures. This practical component will be complemented with the teaching of robust theoretical concepts.

3.3.9. Bibliografia principal:

- James E. Turner, "Atoms, Radiation, and Radiation Protection" (3rd edition), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co (2007).
- Frank Herbert Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. (2004).
- Jacob Shapiro, "Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians" (4th edition), Harvard University Press (2002)

Mapa IV - Biotecnologia Molecular / Molecular Biotechnology**3.3.1. Unidade curricular:**

Biotecnologia Molecular / Molecular Biotechnology

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

Leonilde de Fátima Morais Moreira (54 h)

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

Nuno Gonçalo Pereira Mira (3 h)
Ana Cristina Anjinho Viegas (6 h)

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos aprendam os fundamentos da tecnologia do DNA recombinado in vitro e de outras abordagens moleculares e suas aplicações. Pretende-se o desenvolvimento de competências com vista ao planeamento, utilização e exploração de abordagens e técnicas moleculares relevantes em investigação científica. As aulas laboratoriais são um complemento importante às aulas teóricas permitindo explorar técnicas moleculares no âmbito de um problema biológico concreto.

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

The course focuses on the fundamentals, the approaches and the applications of recombinant DNA technology and other molecular approaches. It is intended to provide a solid background in molecular techniques and help the students to acquire the skills to develop an integrated scientific perspective in such a rapidly moving field of research and development. The experimental classes are an important complement to the theoretical ones since the students will be able to practice some of these techniques within some defined biological problem.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

TECNOLOGIA DO DNA RECOMBINADO: *Enzimas que actuam sobre os ácidos nucleicos; vetores de clonagem; introdução de rDNA na célula e seleção de recombinantes; bancos genómicos; expressão heteróloga; vetores de expressão/sobreprodução de r-proteínas em procariotas e eucariotas. OUTRAS ABORDAGENS MOLECULARES E APLICAÇÕES:* *PCR; Hibridação de DNA; Genotipagem e aplicações; Regulação da expressão genética: fusões com um gene repórter, hibridação de Northern e qRT-PCR; Eliminação de genes; mutagenese dirigida; tecnologia de RNA antissenso e RNAi; Localização subcelular de proteínas: fusões GFP e imunodeteção; Sequenciação de DNA. A BIOTECNOLOGIA MOLECULAR PÓS-GENÓMICA: Genómica; transcritómica; proteómica e interactómica. APLICAÇÕES, IMPACTO SOCIAL E ÉTICO.*

Trabalhos Laboratoriais/computacionais: 1. Introdução de plasmídeos recombinantes em bactérias; 2. Amplificação de DNA por PCR; 3. Análise in silico de sequências de nucleótidos e aminoácidos; 4. Hibridação de Southern; 5. Tipagem molecular.

3.3.5. Syllabus:

RECOMBINANT DNA TECHNOLOGY (rDNA): *Enzymes acting on nucleic acids; cloning vectors; introduction of rDNA*

into living cells; clone selection; genomic library preparation; Heterologous protein production in prokaryotic and eukaryotic cells. OTHER MOLECULAR APPROACHES AND APPLICATIONS: PCR; nucleic acid hybridization; genotyping methods; Methods to measure gene expression (reporter genes, Northern blot, qRT-PCR); mutant construction, directed mutagenesis and protein engineering; antisense RNA and RNA interference; protein localization (GFP fusions and immunodetection); DNA sequencing methods. MOLECULAR BIOTECHNOLOGY IN THE POST-GENOMIC ERA: Genome analysis; transcriptomics, proteomics and interactomics. MOLECULAR BIOTECHNOLOGY: applications and social/ethics concerns.

Laboratory/computational classes: 1. Introduction of rDNA into bacterial cells; 2. DNA amplification by PCR; 3. In silico analysis of nucleotide and amino acid sequences; 4. Southern hybridization; 5. Molecular typing methods

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

O conteúdo programático desta unidade curricular visa expor conceitos teóricos de metodologias de biologia molecular e tecnologia do DNA recombinante e explorar as suas possíveis aplicações em investigação científica na área da Biologia e da Biotecnologia Molecular. As aulas laboratoriais/computacionais são um complemento muito relevante pois os alunos vão explorar algumas dessas metodologias utilizando sistemas biológicos em estudo no laboratório de Ciências Biológicas do IST. Existirá também uma componente importante de discussão dos resultados experimentais obtidos e apresentação de relatórios escritos. A frequência desta unidade curricular é considerada relevante para que o aluno possa progredir com sucesso os seus estudos noutras unidades curriculares na área das Ciências Biológicas e no seu trabalho de investigação conducente à sua dissertação de mestrado.

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

The syllabus of this course aims to uncover theoretical concepts of molecular biology methodologies and recombinant DNA technology and explore its possible applications in scientific research in the field of Biology and Molecular Biotechnology. Laboratory/ computational classes are a very important addition because students will explore some of those methodologies using biological systems under study in the laboratory of Biological Sciences of IST. Students will also be encouraged to discuss the experimental results and present them in the form of written reports. The frequency of this course is considered relevant for the student to progress their studies successfully in other courses in the area of Biological Sciences and in the research work leading to their master thesis.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino inclui aulas teóricas e laboratoriais. Nas aulas teóricas os diferentes conteúdos são apresentados em PowerPoint e sempre que possível recorrer-se-á a vídeos disponíveis na web para demonstração de algumas metodologias. Nos laboratórios/computacional, os alunos serão confrontados com problemas biológicos reais e terão oportunidade de apreender/ investigar como responder a essas questões.

A nota final a obter na unidade curricular resulta da ponderação das classificações obtidas nos dois elementos de avaliação: 1 - Exame - 70% - O exame é obrigatório e nele se exige a nota mínima de 9,5 valores; 2 - Trabalhos de prática laboratorial - 30%. Serão efectuadas sessões de prática laboratorial e computacional no decorrer do semestre e a avaliação basear-se-á em 4 relatórios, a entregar pelos alunos em grupos de 3.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology includes theoretical and laboratory classes. In the theoretical lectures the different contents are presented in PowerPoint and whenever possible, videos available on the web for demonstration of some methodologies will be used. In the laboratory/computational classes, students will be faced with real biological problems and how they can design an experimental approach to answer these biological questions.

The final mark in this curricular unit is the weighting of the marks obtained in the two elements of evaluation: 1 - Exam - 70% - The examination is compulsory and it is required a minimum score of 9.5; 2 - Laboratory practice - 30%.

Laboratory and computational practice sessions will be carried out during the semester and evaluation will be based on four reports to be submitted by students in groups of three.

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

A forma como o programa teórico é ensinado, em conjunto com o trabalho laboratorial e computacional, possibilitam uma adequada leccionação dos conteúdos programáticos. No final de cada tópico da matéria teórica, o docente contextualiza as diferentes técnicas no âmbito de problemas biológicos concretos de forma a facilitar a sua compreensão. Seguidamente, os alunos terão oportunidade de treinar esses conhecimentos teóricos no laboratório. Estimula-se ainda os alunos para que realizem trabalho suplementar de pesquisa/estudo, por forma a consolidar os assuntos estudados. No final do semestre, os alunos deverão ser capazes de desenvolver estratégias de investigação científica para poder responder a diversas questões biológicas.

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

The way the theoretical program is taught, in conjunction with the laboratory and computational work, enable proper teaching of the syllabus. At the end of each theoretical topic, the lecturer contextualizes the different techniques on specific aspects of biological questions in order to facilitate their understanding. Then, students will have opportunity

to practice in the laboratory this theoretical knowledge. The lecturer also encourages students to undertake further research work / study in order to consolidate the studied subjects. At the end of the semester, students should be able to develop scientific research strategies to respond to diverse biological questions.

3.3.9. Bibliografia principal:

Gene Cloning & DNA analysis: An introduction: Brown T.A. 2010 6th ed., Blackwell Publishing.

Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA: Glick BR, Pasternak JJ and Patten CL eds 2014 5th ed., ASM Press.

Principles of Gene Manipulation: An Introduction to Genetic Engineering: Primrose SB, Twyman RM, Old RW, eds 2006 6th ed., Blackwell Publishers.

Mapa IV - Física da Radiação / Radiation Physics

3.3.1. Unidade curricular:

Física da Radiação / Radiation Physics

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

Lídia dos Santos Ferreira (36 h)

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

Bernardo António Neto Gomes Batista Tomé; 9 h de Laboratório.

Patrícia Serrano Gonçalves; 9 h de Laboratório.

Guilhermina Cantinho; 4,5 h na Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa

Helena Pena; 4,5 h na Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

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

Familiarização com os processos de interacção da radiação com a matéria. Aplicações desses métodos de detecção, protecção e usos biomédicos da radiação. Promover acções "hands-on" em ambiente laboratorial e clínico de utilizações biomédicas da radiação.

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

Concepts and description of several radiation processes of its interaction with matter. To know their applications to the methods of radiation detection and protection. Hands-on activities on biomedical uses of radiation in a clinical setting.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos conceitos de estrutura nuclear: Núcleo e constituintes. Massa nuclear e energia. Níveis de energia. Instabilidade. Radioactividade natural. Taxa de decaimentos e actividade. Declínio alfa, beta e gamma. Espectros de energia e regras de selecção. Conversão interna. Captura electrónica. Cadeias de decaimento; equilíbrio. Interação de radiação com a matéria. Atenuação de feixes. Partículas carregadas. Fórmula de Bethe-Bloch, curva de Bragg. Poder de paragem. Electrões: colisões e bremsstrahlung. Efeitos fotoeléctrico, Compton, produção de pares. Neutrões: Atenuação e moderação. Detectores e instrumentação. Identificação de partículas. Eficiência e resolução. Detectores de gás, cintilação e de semi-condutores. Medicina Nuclear no diagnóstico e radioterapia endógena. Produção de radioisótopos e uso no diagnóstico e terapêutica. Câmaras gama (SPECT e SPECT/CT). Câmaras de positrões (PET / CT). Aplicações com especial ênfase para Cardiologia e Oncologia. Radioterapia endógena.

3.3.5. Syllabus:

Brief notions on nuclear structure. Energy levels in the nucleus. Mass and energy. Nuclear Instability. Types of nuclear decay. Discrete and continuous spectra. Radioactive nuclear chains. Equilibrium condition. Attenuation of beams and massive thickness. Bethe-Bloch formula for interaction of charged particles with matter. Bragg curve and stopping power. Collisions of Electrons with matter. Bremsstrahlung. Gamma rays: Compton and photoelectric effects, pair production. Neutrons: attenuation and moderation. Detectors: efficiency, resolution and dead-time. Gas detectors. Scintillation detectors. Semi-conductor detectors. Neutron detection and neutron absorption resonant reactions. Nuclear Medicine in diagnosis and Endogenous Radiotherapy. Production of radioisotopes. Main radioisotopes in diagnosis and therapy. Gamma Cameras and quality control (SPECT and SPECT /CT). Positron Cameras (PET /CT). Medical applications focusing in Cardiology and oncology. Endogenous/ Internal radiotherapy.

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

As noções básicas de física da radiação, da interação com a matéria e a produção de radionuclídeos, conteúdo das aulas teóricas, permitem adquirir conhecimentos básicos para a observação da radiação nas aulas de laboratório, e as bases para compreensão dos princípios racionais que explicam e desenvolvem muitas das aplicações práticas. O

estudo de técnicas de deteção da radiação, análise de dados e noções de proteção, para além da experiência adquirida nas aulas de laboratório é fundamental para a compreensão das aplicações médicas da radiação ionizante de fontes não seladas nas áreas do diagnóstico e terapêutica.

A expansão cada vez maior das aplicações médicas torna imprescindível conhecimentos básicos teóricos da Física das Radiações

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

The basic notions of radiation physics and its interaction with matter, and production of radioisotopes, taught in the theory classes, provide the basis for the observation of the radiation in the laboratory classes, and the basis to understand the principles that guide practical applications. The study of radiation detection techniques, data evaluation, radiation protection, and the experience obtained in the lab classes, is basic to understand the medical applications of ionizing radiation from unsealed sources in diagnosis and therapy.

The rapid growth of the use of radiation in Medicine, makes the training obtained in the Radiation Physics course quite valuable.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação da resolução de problemas: 20%. Relatórios da actividade laboratorial: 20% ; Teste sobre teoria: 40%; Teste sobre Trabalho Clínico na Fac de Medicina: 20%.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Solution of Problems: 20 %; Laboratory reports: 20 %; Paper on the theory 40 %; Paper on Clinical work: 20 %.

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

Os alunos devem seguir uma componente teórica e realizar exercícios baseados nos tópicos lecionados da teoria da radiação, sua interação com a matéria e deteção. Esta prática, levará à aprendizagem dos conceitos da radiação e da descrição de vários processos da interação da radiação com a matéria. As aulas de laboratório possibilitam usar a radiação, aprender a tratar os dados e a obter noções básicas de proteção contra as radiações. Com estas noções, e prática laboratorial, poderão seguir usos biomédicos da radiação num meio clínico.

As principais aplicações médicas da Medicina Nuclear são transmitidas recorrendo a aulas teórico- práticas na Faculdade de Medicina, que envolvem o conhecimento das diferentes metodologias e biodistribuição dos radiofarmacos, recorrendo –se por último á apresentação de casos clínicos de modo a permitir uma compreensão com base na biodistribuição e dinâmica do radiofarmaco e ao fenómeno fisiopatológica em estudo.

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

The students have to follow theory classes and do practical exercises about the topics on the theory of radiation, its interaction with matter and its detection. This will secure that they will learn about the concepts and description of the several radiation processes and of its interaction with matter. The lab classes, give them the possibility to experience the handling of radiation, how to treat the data, and basic radiation protection notions. With these tools, they have the know how to be able to follow biomedical uses of radiation in a clinical setting.

The different practical applications to Nuclear Medicine, are given as theoretical and experimental classes at the Faculty of Medicine, involving the knowledge of the various methodologies, and biodistribution of radiopharmaceutical compounds. Few clinical cases will be presented, to allow a better understanding, based on the biodistribution and dynamics of the radiopharmaceutical compound, and of the physiopathologic phenomena under study.

3.3.9. Bibliografia principal:

Nuclear Physics Principles and Applications, John Lilley, John Wiley, 2001.

Introductory Nuclear Physics, Kenneth S. Krane, John Wiley, 1988.

Radiation Detection and Measurement, C. F. Knoll, John Wiley, 2000.

Techniques for nuclear and particle physics experiments: A how-to approach, Leo, William R. Springer, 1987.

Mapa IV - Genómica Funcional e Comparativa / Functional and Comparative Genomics

3.3.1. Unidade curricular:

Genómica Funcional e Comparativa / Functional and Comparative Genomics

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

Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira (33 h)

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

Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho (10 h)

Jorge Humberto Gomes Leitão (5 h)

Nuno Gonçalo Pereira Mira (15 h)

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

A disciplina apresenta as abordagens experimentais e as ferramentas bioinformáticas mais recentes no campo da Genómica Funcional e Comparativa, bem como a sua aplicação ao estudo da biologia à escala do genoma, numa perspectiva integrativa.

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

The discipline describes the most recent experimental approaches and bioinformatics tools in the field of Comparative and Functional Genomics, as well as its applications to the study of Biology at a genome-wide scale, in an integrative perspective.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Tópicos:

1. **Organização e estrutura de um genoma. Métodos e estratégias de sequenciação de genomas. Anotação de genomas.**
2. **Genómica comparativa. Genes ortólogos e parálogos. Conceito de sintenia.**
3. **Análise da expressão genética à escala do genoma: transcritómica e proteómica de expressão. Metodologias experimentais para o estudo da regulação da expressão genética e genómica.**
4. **Genómica funcional. Quimiogenómica, metabolómica, RNómica e outras ómicas.**

5. **Introdução à Biologia de sistemas.**

6. **Aplicações na investigação em Biologia, Biotecnologia e Biomedicina.**

As aulas de prática laboratorial focar-se-ão na utilização de ferramentas bioinformáticas para:

1. **Anotação e comparação de genomas**
2. **Previsão de estrutura de proteínas**
3. **Análise filogenética com base em mapas de sintenia**
4. **Análise quantitativa de geis bidimensionais**
5. **Interpretação do significado biológico de dados à escala do genoma**
6. **Análise de dados de metabolómica baseada em NMR**
7. **Modelação de redes metabólicas**

3.3.5. Syllabus:

Topics:

1. **Genome structure and organization. Genome sequencing methods and strategies. Genome annotation.**
 2. **Comparative genomics. Orthologous and Paralogous genes. Synteny.**
 3. **Genome-wide expression analysis: transcriptomics and expression proteomics. Experimental methodologies to study gene and genome-wide expression regulation.**
 4. **Functional genomics. Chemogenomics, metabolomics, RNomics and other Omics.**
 5. **Introduction to Systems Biology: modeling of metabolic and transcription regulatory networks.**
 6. **Applications to research in Biology, Biotechnology and Biomedicine.**
- Lab classes will focus on the use of bioinformatics tools for:**
1. **Genome annotation and comparative genomics**
 2. **Protein structure prediction**
 3. **Phylogenetic analysis based on synteny maps**
 4. **Quantitative analysis of 2-dimensional protein gels**
 5. **Interpretation of the biological meaning of genome-wide data**
 6. **NMR-based metabolomics analysis**
 7. **Metabolic network modeling**

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

Os conteúdos programáticos apresentados estão em sintonia com os objetivos da unidade curricular dado que todos os tópicos incluídos foram seleccionados de modo a proporcionarem o conhecimento e os conceitos sobre os mais modernos métodos experimentais e bioinformáticos desenvolvidos para a análise de dados à escala do genoma, desde análise e comparação de sequências de genomas, até à análise das alterações ao nível do transcritoma, proteoma, metaboloma, etc, permitindo ao aluno ficar habilitado para aplicar estes métodos à resposta de questões biológicas relevantes.

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

The presented syllabus is coherent with intended learning outcomes since all included topics have been selected in order to enable the knowledge and the concepts on the most modern experimental and bioinformatics methods developed for the analysis of genomic-scale data, from the analysis and comparison of genomes to the analysis of changes at the transcriptome, proteome and metabolome levels, allowing the student to use these methods to answer relevant biological questions.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino inclui aulas teóricas e teórico-práticas. A nota final a obter na disciplina resulta da ponderação das classificações obtidas nos dois elementos de avaliação:

1 – Exame - 50% - O exame é obrigatório e nele se exige a nota mínima de 9,5 valores.

2 - Trabalhos de prática do uso de ferramentas de bioinformática - 50% - Serão efectuadas sessões de prática do uso de ferramentas de bioinformática no decorrer do semestre. A avaliação basear-se-á em 5 relatórios, a entregar pelos alunos em grupos de 3. A presença nestas aulas é obrigatória.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching methodologies include lectures and practical classes. The final grade results from the balance between the contributions of two evaluation elements:

1 – Final exam - 50% - The exam is mandatory. A minimal grade of 9.5 values is required.

2 – Laboratory works focused in the use of bioinformatics tools - 50% - Practical sessions will take place throughout the semestre and will be evaluated based on five reports, two to be delivered by groups of three students. Presence in all lab classes is mandatory.

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

As metodologias de ensino utilizadas permitem o conhecimento integrado de abordagens experimentais e bioinformáticas associadas a análise de genómica funcional e comparativa, e desenvolver análise crítica e discriminatória sobre os diversos métodos utilizados para o mesmo objetivo, cumprindo assim os objetivos da unidade curricular.

Adicionalmente, as actividades de prática computacional são organizadas de modo a permitir que o aluno tenha contacto com ferramentas disponíveis para a análise de dados à escala de genomas, alertando-o para as suas potencialidades e limitações, habilitando-o a saber lidar com dados reais e, assim, a utilizar estas ferramentas no seu trabalho futuro.

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

The used teaching methodologies allow an integrated knowledge of the experimental and bioinformatics approaches associated to functional and comparative genomics, and to develop critical and discriminatory reasoning on the several methods used for the same objective, thus fulfilling the intended learning outcomes.

Additionally, computational lab activities are organized to allowing the student to get in touch with available genome-wide analysis tools, becoming alert to its potentialities and limitations, qualifying him to deal with real data and, thus, to be able to use these tools in their future work.

3.3.9. Bibliografia principal:

** S. B. Primrose, R. M. Twyman, Principles of Genome Analysis and Genomics, ISBN 1-40510-120-2, 2003*

** C.W. Sensen, Handbook of Genome Research, vol. I e vol. II, ISBN 3-527-31348-6, 2005*

** C.M. Arraiano, A.M. Fialho, "O Mundo do RNA: Novos Desafios e Perspectivas Futuras", Lidel Edições Técnicas, Lisboa, Portugal, 2007*

** Sá-Correia I., Teixeira M.C., Two-dimensional Electrophoresis-based Expression Proteomics: a microbiologist's perspective. Expert Reviews in Proteomics, 7(6), 943-953, 2010.*

** Porta e-escola em Biologia (<http://www.e-escola.utl.pt>); Tópico: Eng^a Genética e Genómica (grupo de Ciências Biológicas do CEBQ)*

Mapa IV - Imagiologia Médica / Medical Imaging

3.3.1. Unidade curricular:

Imagiologia Médica / Medical Imaging

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

Patrícia Margarida Piedade Figueiredo (63 h)

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

<sem resposta>

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

O objectivo da disciplina é dar uma formação teórica e prática na área da imagiologia médica, sobre os seguintes temas: princípios físicos da obtenção dos diferentes tipos de imagem; princípios do funcionamento dos instrumentos; técnicas de tratamento de imagem para análise e diagnóstico médico; semiologia: comportamento dos tecidos normais e patológicos nas várias modalidades imagiológicas. No final do semestre, o aluno deverá: 1) conhecer os princípios físicos e de instrumentação; 2) ter experiência com métodos de aquisição e análise de imagem; e 3) estar familiarizado com as principais aplicações clínicas.

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

The goal of this course is to provide both a theoretical and a practical background in biomedical imaging techniques, focusing on the main modalities and covering: physical principles of image acquisition; basic instrumentation; image reconstruction and analysis methods; and applications in disease diagnosis and monitoring. By the end of the semester, the student should be familiar with: 1) the physical principles and basic instrumentation used for the acquisition of the main biomedical imaging techniques; 2) the most important image reconstruction and analysis methods; and 3) the main applications in disease diagnosis and monitoring.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1.Introdução1.1.Perspectiva histórica 1.2.Princípios gerais de imagiologia
2.Imagem por raios X 2.1.Raios X 2.2.Radiografia planar 2.3.Tomografia computadorizada 2.4.Formação e reconstrução de imagem 2.5.Técnicas de imagem especializadas
3.Imagem em medicina nuclear3.1.Radionuclídeos3.2.Câmara de cintilação e cintigrafia3.3.Tomografia por emissão de fóton único (SPECT)3.4.Tomografia por emissão de positrões (PET)3.5.Correcções e reconstrução de imagem
4.Imagem por ressonância magnética4.1.Ressonância magnética nuclear4.2.Formação e reconstrução de imagem4.3.Instrumentação4.4.Mecanismos de contraste4.5.Sequências de aquisição4.6.Artefactos4.7.Técnicas de imagem especializadas
5.Imagem por ultrassons5.1.Ultrassons5.2.Transdutores5.3.Modos de imagem5.4.Ultrassonografia Doppler*

3.3.5. Syllabus:

*1.Introduction 1.1.Historical perspective 1.2.General imaging principles
2.X ray imaging 2.1.X rays 2.2.Planar radiography 2.3.Computed Tomography (CT) 2.4.Image reconstruction2.5.Specialized imaging techniques
3.Nuclear medicine imaging 3.1.Radionuclides 3.2.Scintigraphy 3.3.Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) 3.4.Positron Emission Tomography (PET) 3.5.Corrections and image reconstruction
4.Magnetic Resonance Imaging (MRI) 4.1.Nuclear Magnetic Resonance (NMR) 4.2.Image formation and reconstruction 4.3.Instrumentation 4.4.Contrast mechanisms 4.5.Imaging sequences 4.6.Rapid imaging 4.7.Specialized imaging techniques
5.Ultrasound imaging 5.1.Ultrasounds 5.2.Transducers 5.3.Imaging modes 5.4.Doppler ultrasonography.*

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

Os conteúdos programáticos consistem nas principais técnicas de imagiologia médica, focando nomeadamente os seus princípios físicos, de instrumentação e de reconstrução de imagem, em coerência com os objectivos da disciplina.

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

The syllabus consists of the main medical imaging modalities, focusing on their physical principles, instrumentation and image reconstruction, coherently with the stated objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino consistirá na leccionação de aulas teóricas convencionais, na elaboração de trabalhos de laboratório computacionais para a simulação e análise de dados imagiológicos, bem como na realização de trabalhos práticos no departamento de imagiologia do HSM / FMUL.

Dois testes ou exame final (50% IST); trabalhos de laboratório (30% IST); assiduidade às aulas da FMUL (5% FMUL); e monografia ou trabalho prático (15% FMUL). Os alunos deverão ter aproveitamento mínimo de 50% no exame/testes e no conjunto dos trabalhos de laboratório.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching will be carried out through a series of conventional lectures, the execution of computational laboratory assignments consisting on the simulation and analysis of imaging data, as well as the execution of practical assignments at the imaging department of HSM / FMUL.

Two tests or final exam (50% IST); laboratory assignments (30% IST); assiduity to FMUL classes (5% FMUL); and essay or practical assignment (15% FMUL). A minimum grade of 50% is required for the tests/exam and the lab work.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As aulas teóricas, práticas e laboratoriais permitirão cumprir com sucesso os objectivos da disciplina, que passam por dar aos alunos uma formação teórico-prática.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The theoretical, practical and laboratory classes will allow accomplishing successfully the learning outcomes, which encompass a theoretical and practical training.

3.3.9. Bibliografia principal:

Introduction to Biomedical Imaging. Andrew Webb. ISBN: 0-471-23766-2. Wiley 2003.

Mapa IV - Resíduos Radioactivos / Radioactive Waste

3.3.1. Unidade curricular:

Resíduos Radioactivos / Radioactive Waste

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

Maria Isabel Flausino de Paiva (40 h)

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

Joaquim Carrasqueiro Marçalo de Almeida (12 h)

João Carlos Bentes Waerenborgh (6 h)

Maria Isabel Marques Dias (5 h)

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

Promover os principais objectivos da gestão segura de resíduos radioactivos (RR) que visam a protecção do Homem e da Biosfera. Familiarizar os alunos com as origens, tipos e classificações de RR resultantes do uso de fontes de radiação na saúde, indústria, produção de energia, gás e petróleo, mineração, ensino e investigação. Promover a aquisição de competências nos recentes avanços tecnológicos no tratamento de RR e combustível irradiado gasto. Aprofundar os conhecimentos em química dos actínidos e a sua relevância no ciclo do combustível nuclear e ambiente. Desenvolver os conhecimentos na análise da composição química e mineralógica de substratos geológicos. Apresentar aplicações das tecnologias nucleares na caracterização de RR. Familiarizar os alunos com legislação, estratégias de diálogo e comunicação com o público nesta área. Dar a conhecer a realidade nacional e experiências internacionais e formar especialistas com competências várias para a compreensão da problemática dos RR

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

To promote the main objectives of the safe management of radioactive waste (RW), in order to protect Man and the Biosphere from the harmful effects of radiation. To get the students acquainted with the origins, types and classifications of RW that result from the application of radiation sources in health, industry, production of energy, oil and gas, mining research and teaching. To develop acquisition of competences in most advanced treatment technologies for RW and spent fuel. To strengthen the knowledge in actinide chemistry and its relevance in the nuclear fuel cycle and environment. To develop know how in the analysis of chemical and mineralogical composition of geological substrates. To present applications of nuclear techniques for RW characterization. To get students familiar with legal framework, stakeholders' engagement and communication with the public subjects. To give the RW national and international panorama, contributing for the broader formation of experts in this area

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Identificação de práticas geradoras de resíduos radioactivos (RR), ciclo do combustível, mineração (NORM/TENORM), fontes de radiação em vários sectores de actividade. 2. Definições de RR, origens e classificações. Radiotoxicidade e geração de calor. Química dos actínidos, migração/especação. Métodos nucleares no estudo geoquímico e mineralógico de substratos (Mössbauer, AAN, etc). Biogeoquímica. Cinética de adsorção/desadsorção em geomateriais. 3. Protecção radiológica na gestão de RR. Regulação, legislação e recomendações internacionais.

Transporte de RR. Liberação e isenção. 4. Gestão segura de RR. Fontes órfãs e acidentes radiológicos. 5. Tecnologias de tratamento de RR. Partição/transmutação. Modelação. 6. Desmantelamento de instalações radiológicas/nucleares. Inventário. 7. Armazenagem temporária e definitiva. 8. Confinamento em repositórios. 9. Metodologias de investigação de locais para repositórios. 10. Aspectos sociais e éticos da gestão, comunicação e evolução da opinião pública

3.3.5. Syllabus:

1. Identification of practices producing radioactive waste (RW), fuel cycle, mining and milling (NORM/TENORM), radiation sources uses in different activity sectors. 2. RW definitions, origins and classification. Radiotoxicity and heat generation. Actinide chemistry, migration/speciation. Nuclear analytical methods in geochemical and mineralogical studies of substrates (Mössbauer, AAN, etc.). Biogeochemistry. Adsorption/desorption kinetics in geomaterials. 3. Radiological protection in the management of RW. Regulatory, legal framework and international recommendations. RW transports. Clearance and exemption. 4. Safe management of RW. Orphan sources and radiological accidents. 5. RW treatment technologies. Partition and transmutation. Modelling. 6. Decommissioning of radiological/nuclear facilities. Inventory. 7. Interim storage and disposal. 8. Repositories and confinement. 9. Repository assessment methodologies. 10. Societal and ethical aspects of RW management, communication and public opinion

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular (UC) estão de acordo com os objectivos delineados para a mesma tendo em mente a aprendizagem dos fundamentos e dos processos que regulam toda a gestão de resíduos radioactivos (RR) desde a sua origem. Esta UC envolve várias competências que são fundamentais para um processo de aquisição de conhecimentos amplo mas integrado. Assim, a UC deverá proporcionar aos alunos um vasto leque de valências como o conhecimento da química dos actínídeos, constituintes principais de alguns tipos de RR e o estudo do seu comportamento que permitirá a procura de soluções tecnologicamente mais adequadas e eficazes. Também a aquisição de competências em métodos analíticos, nomeadamente, os métodos nucleares avançados, como complemento de outras técnicas, será fundamental para a caracterização mineralógica de matrizes para confinamento de RR em barreiras naturais e/ou artificiais e o estudo de possíveis interacções com a envolvente (cinéticas de adsorção/desadsorção de radionuclídeos em argilas, por ex.). Também o entendimento e aplicação dos princípios que devem reger uma gestão integrada e segura dos RR implicam a aquisição de conhecimentos vários em vertentes como o conhecimento das práticas que os originam, dos princípios da protecção radiológica, dos aspectos legislativos e reguladores e da comunicação, hoje tão fulcral na decisão das políticas de gestão de RR. Os conteúdos programáticos delineados atingirão os objectivos, promovendo a formação de estudantes, independentemente do seu background, com capacidades científicas e técnicas para entenderem a actual problemática dos RR e para desenvolverem futuras competências na resolução de problemas, seja a nível nacional como internacional. Esta UC terá uma componente prática importante suportada pelas matérias dadas nas aulas teóricas e os alunos terão ainda a oportunidade de assistir a seminários dados por especialistas em áreas afins e complementares assim como de visitar sectores da saúde, indústria e ensino onde a gestão de RR é uma realidade.

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

The syllabus of this curricular unit (CU) is in agreement with the objectives envisaged, having in mind the learning process of the fundamentals related to the safe management of radioactive waste (RW). This course involves the development of various competences in a comprehensive and integrated manner. This CU should provide the students with a broad knowledge in areas such as actinide chemistry, RW origins and definitions, traditional and nuclear analytical methods to characterize the chemistry, geology and mineralogy of substrates/matrices, radionuclides interaction and behavior in geomaterials and kinetics studies. Students will become acquainted with the most advanced RW treatment technologies in place or in development. The CU program will also provide the students with theoretical and practical know how in radiological protection in RW management, legal framework, regulatory control, policies, societal and ethical aspects of RW management at national and international level. The practical component of the CU includes visits to real environments where the safe management of RW is of paramount importance and the seminars given by experts in complementary fields will provide the opportunity to enlarge the students' competences through discussions with highly experienced professionals.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino nesta UC desenvolver-se-á em aulas teóricas com recurso a meios audiovisuais, aulas práticas em laboratório obrigatórias, para aplicação de conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e teórico-práticas para resolução de problemas e estudos de caso. Serão ainda efectuadas visitas a laboratórios onde se desenvolvem actividades de I&D relacionadas com a produção e gestão de RR, no Campus de Loures, a estabelecimentos de saúde e industriais onde se pratica a gestão segura dos RR e das fontes gastas ou em desuso e, se possível, saídas de campo no âmbito da remediação de resíduos da indústria mineira e desmantelamento de instalações radiológicas. A avaliação efectuar-se-á através da elaboração de relatórios sobre as aulas práticas de presença obrigatória (nota mínima de 10 (20%), trabalhos de grupo sobre temas à escolha e apresentação para discussão (20%) e exame final (60%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching and training will comprise theory classes (lectures) using audiovisual media, practical classes (labs) to apply

the knowledge acquired previously in the lectures and exercises classes for the resolution of problems and presentation of case studies. Visits to labs in the Campus of Loures, state and private health and industrial facilities, where R&D activities as well as practical aspects of radioactive waste management (RW) are developed, will be carry out. If possible, field missions to former mining and milling facilities to observe remediation processes in place and to radiological facilities in decommissioning process will also be part of the education and training process. The evaluation and grading process will include: reports from practical classes where presence is compulsory (minimum grade 10 (20%); group work assignments with presentation and discussion (20%) and final exam (60%).

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino escolhida é coerente com os objectivos de aprendizagem nesta UC e envolve a leccionação teórica dos conhecimentos fundamentais na área da gestão de resíduos radioactivos (RR), desde os conceitos base até aos últimos avanços tecnológicos não descurando a panorâmica nacional relacionada com esta problemática. Pretende-se que os alunos adquiram e consolidem competências que facilitem a compreensão das questões concretas relacionadas com os RR e que lhes forneçam ferramentas necessárias à sua resolução, nomeadamente, através da articulação entre as aulas teóricas, práticas e teórico-práticas. Também os seminários e as visitas serão instrumentos de enriquecimento em competências que serão uma mais-valia para a formação multidisciplinar que esta UC exige.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The chosen teaching and training methodology is coherent with the learning objectives of this curricular unit (CU). It is envisaged that the students will acquire competences in various fields of expertise to become truly knowledgeable in the broad area of the safe management of radioactive wastes (RW) in all its specificities. The methodology comprising the articulation between lectures, practical and problems solving classes will ensure the students will receive a sound theoretical and practical background that will provide them with the necessary tools to understand the national and international problems posed by this subject. Also the seminars and the visits will work as an additional tool to enrich the multidisciplinary competences this CU requires and may be a must for future career choices.

3.3.9. Bibliografia principal:

McCammion, C. Mössbauer spectroscopy: Applications. In: Beran, A. & Libowitzky, E. (eds.) Spectroscopic Methods in Mineralogy. EMU Notes in Mineralogy, 6, 369-398 (2004)
G. Choppin, J.-O. Liljenzin, J. Rydberg, C. Ekberg. Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 4th Edition, Elsevier, Amsterdam (2013)
Classification of Radioactive Waste, IAEA SSS GSG-1 (2009); The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste, IAEA SSS GS-G-3.3 (2008)
Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA SSS GSR (2014)
Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA SSS SSG-29 (2014)
Radiation Protection and NORM Residue Management in the Production of Rare Earths from Thorium Containing Minerals, SRS 68 (2011)
Management of Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education Safety Guide, SSS WS-G-2.7 (2005)
Research papers

Mapa IV - Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear / RP Dos in Radiology & Nuc. Med.

3.3.1. Unidade curricular:

Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear / RP Dos in Radiology & Nuc. Med.

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (21 h)

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

Radiologia – José Joaquim Marques Venâncio (IPOLFG) (21 h)
Medicina Nuclear - Maria Guilhermina Pacheco Cantinho Lopes (FMUL/HSM) (11 h) e Fernando Manuel Godinho Rodrigues (FMUL/HSM) (10 h)

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

1)Estudo e desenvolvimento, com forte componente prática a adquirir em meio hospitalar e em ambiente clínico, de conhecimentos, aptidões e competências nos seguintes tópicos:
-Implementação dos princípios da Justificação e Optimização em exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear
-Protecção Radiológica do Paciente, em exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear
-Caracterização e avaliação dosimétrica dos principais exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear

- Equipamentos produtores de radiação X (Radiodiagnóstico)
- Sistemas de detecção, medição e de monitorização de radiações ionizantes em Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear
- Controlo de Qualidade de equipamentos
- Aspectos e procedimentos operacionais de Protecção e Segurança Radiológica

2) Desenvolvimento nos estudantes (potenciais futuros profissionais a exercerem funções em ambiente clínico) de uma cultura de Protecção e Segurança Radiológica e de sólidos conhecimentos, capacidades e competências operacionais e clínicas.

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

1) Study and development, with a strong practical component in clinical and hospital environment, of knowledge, skills and competences in the following topics:

- Implementation of the principles of Justification and Optimization in Radiodiagnostic and Nuclear Medicine exams
- Radiation Protection of the Patient in Radiodiagnostic and Nuclear Medicine exams
- Dosimetric characterization and assessment of the principal Radiodiagnostic and Nuclear Medicine exams
- X-ray equipment (Radiodiagnostic)
- Radiation monitoring, detection and measurement systems in Radiodiagnostic and Nuclear Medicine
- Quality Assurance and Quality Control of equipment
- Operational procedures and topics of Radiation Protection and Safety

2) Development in the students (potential future professionals working in clinical environment) of Radiation Protection and Radiation Safety cultures and of solid operational and clinical knowledge, skills and competences.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Siglas: Radiodiagnóstico (Rd), Medicina Nuclear (MN)

- Justificação de exames de Rd e MN
- Optimização da protecção e redução de dose em exames de Rd e MN
- Protecção Radiológica e Dosimetria dos trabalhadores e dos pacientes – cálculos e aspectos operacionais
- Controle de qualidade de equipamentos de Rd e MN: procedimentos

Na vertente Rd:

- Equipamentos produtores de radiação-X: parâmetros técnicos
- Grandezas dosimétricas em exames de Rd: DAP/KAP, ESD, etc.
- Sistemas de detecção de radiações e de medição de dose – câmaras de ionização, fantomas, etc.
- Relação dose vs. qualidade de imagem

Na vertente MN:

- Métodos, sistemas de produção, manipulação e controle de qualidade de radionuclídeos e radiofármacos
- Equipamentos e sistemas de detecção em MN: Câmara Gama, SPECT, PET, calibrador de doses.: características técnicas
- Efeitos biológicos das radiações ionizantes: biodistribuição
- Resíduos radioactivos: Manipulação, segregação, eliminação
- Procedimentos de monitorização e descontaminação

3.3.5. Syllabus:

Acronyms: Radiodiagnostic (Rd), Nuclear Medicine (NM))

- Justification of Rd and NM exams
- Optimization of the protection and dose reduction in Rd and NM exams
- Radiation Protection and Dosimetry of workers and patients - calculations and operational aspects
- Procedures for Quality Assurance and Quality Control of Rd and NM equipment

In Rd:

- X-ray equipment – technical parameters and specifications
- Dosimetric quantities in Rd exams: DAP/KAP, ESD, etc.
- Radiation detection and dose measurement equipment – ionization chambers, phantoms, etc.
- Relationship dose versus image quality

In NM:

- Methods, production systems, manipulation and quality control of radionuclides and radiopharmaceuticals
- Equipment and detection systems in NM: Gamma Camera, SPECT, PET, dose calibrator, etc. – technical parameters and specifications
- Biological effects of ionizing radiation: biodistribution
- Radioactive waste: manipulation, segregation and elimination

-Monitoring and decontamination procedures

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos desta Unidade Curricular permitirão aos estudantes desenvolver e aprofundar os seus conhecimentos relativamente a tópicos tais como:

- *A Protecção e Segurança Radiológica de trabalhadores expostos e pacientes em exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear, e aos aspectos de implementação dos princípios da Justificação, Optimização e Limitação de Dose.*
- *O risco radiológico para os trabalhadores expostos e pacientes decorrentes dos exames médicos, com a necessidade de uma robusta caracterização dosimétrica das práticas médicas, através da medição, avaliação e cálculo de doses, utilizando equipamentos, técnicas, métodos e metodologias adequadas.*
- *Aspectos operacionais e técnicos dos equipamentos e dos procedimentos associados ao seu Controlo de Qualidade e a sua importância para a Qualidade e Segurança dos exames médicos utilizando radiações ionizantes.*
- *A relação dose versus qualidade de imagem e as suas repercussões ao nível da qualidade do diagnóstico médico e da exposição de indivíduos a radiações ionizantes.*

A leccionação será parcialmente efectuada em ambiente clínico e hospitalar numa aproximação “on the job training” que permitirá também a familiarização com os aspectos operacionais da Protecção e Segurança Radiológica e da Dosimetria nos locais de trabalho. A interacção com outros profissionais de Saúde (médicos, físicos e técnicos) será estimulada.

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

The syllabus of this Curricular Unit will allow students to strengthen and develop their knowledge in topics such as:

- *The Radiation Protection of workers and patients in Radiodiagnostic and Nuclear Medicine exams and the implementation of the principles of Justification, Optimization and Dose Limitation*
- *The radiological risk of the exposed workers and patients arising from medical exams, with the need to perform a robust dosimetric characterization of the medical practices, through measurement, assessment and calculation of doses, using appropriate equipment, techniques, methods and methodologies*
- *Operational and technical aspects of the equipment and of the associated Quality Control procedures and their importance for the Quality and Safety of the medical exams using ionizing radiation*
- *The relationship dose versus image quality and the repercussions at the level of the medical diagnostic as well as of the exposure of individuals to ionizing radiation*

Teaching will be partially performed in clinical environment in hospitals, in a “on the job training” approach that will allow students to get acquainted with the operational aspects of Radiation Protection and Dosimetry in the workplaces. The interaction with other Health professionals (medical doctors, physicists, radiographers) will be stimulated.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Unidade Curricular será leccionada a 50% em meio hospitalar (25% na vertente Medicina Nuclear no Hospital Santa Maria (CHLN, EPE)+ 25% na vertente Radiodiagnóstico no Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOLFG)) sendo os restantes 50% leccionados em aulas teórico-práticas com análise e resolução de “case studies”. A avaliação consistirá num conjunto de trabalhos associados ao Controlo de Qualidade de equipamentos e caracterização dosimétrica em exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear (ponderação 70%) e num exame final (ponderação 30%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The Curricular Unit will be taught 50% in hospitals (25% in Nuclear Medicine in Hospital Santa Maria (CHLN, EPE) + 25% in Radiodiagnostic at the Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOLFG)) with the remaining 50% taught in theoretical/practical classes with analysis and discussion of case studies. The assessment methodology will encompass a set of practical works associated to the Quality Control and dosimetric assessment of equipment in exams of Radiodiagnostic and Nuclear Medicine (weighting factor 70%) and a final examination (weighting factor 30%).

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

A caracterização dosimétrica das práticas e exames médicos utilizando radiações ionizantes e a observância dos princípios fundamentais da do Sistema Internacional de Protecção Radiológica requer, entre outros:

- i) A quantificação e avaliação, do ponto de vista da dose e do risco radiológico associado, das exposições de profissionais e pacientes;*
- ii) A familiarização com a operação de equipamentos utilizados em Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear e com a manipulação de radionuclídeos e radiofármacos;*
- iii) A aprendizagem do funcionamento de equipamentos e sistemas de monitorização e detecção de radiações, de procedimentos de Controlo de Qualidade, de descontaminação, etc..*

Nesta Unidade Curricular, parcialmente leccionada em meio hospitalar, os alunos familiarizar-se-ão com o funcionamento de tais equipamentos, técnicas e métodos e aprenderão procedimentos operacionais. A implementação

dos aspectos conceptuais de Protecção e Segurança Radiológica em ambiente clínico, a interacção com médicos, físicos, técnicos e outros profissionais de Saúde enriquecerão e serão benéficas para a educação e formação dos estudantes, potenciais futuros profissionais de Saúde.

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

The dosimetric characterization of the practices and medical exams using ionizing radiation and the compliance to the fundamental principles of the International System of Radiation Protection, require, inter alia:

- i) The assessment and quantification, from the point of view of the dose and the associated radiological risk, of the exposures of professionals and patients;**
- ii) Acquaintance with the operation of equipment used in Radioadiagnostic and Nuclear Medicine and with the manipulation of radionuclides and radiopharmaceuticals**
- iii) Knowledge about the operation of equipment and radiation monitoring and detection systems, of Quality Control procedures, decontamination procedures, etc.**

In this Curricular Unit, partially taught in hospitals, students will get familiar with the operation of such equipment, techniques and methods and will learn operational procedures. The implementation of the conceptual aspects of Radiation Protection and Safety in clinical environment, the interaction with medical doctors, physicists, radiographers and other Health professionals will be beneficial for the education and training of students, potential future Health professionals.

3.3.9. Bibliografia principal:

- J. Bushberg, J. Seibert, E. Leidholdt, J. Boone, "The Essential Physics of Medical Imaging", Ed. Lippincott, Williams and Wilkins (2002).**
- Gopal B. Saha "Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine", (2th edition), Ed. Springer (2003).**
- Brian J. McParland "Nuclear Medicine Radiation Dosimetry" Advanced Theoretical Principles, Springer (2010).**
- Simon R Cherry, James A. Sorenson and Michael E. Phelps, "Physics in Nuclear Medicine" (3rd edition).**

Mapa IV - Protecção e Segurança Radiológica em Radioterapia / Radiation Protection and Safety in Radiotherapy

3.3.1. Unidade curricular:

Protecção e Segurança Radiológica em Radioterapia / Radiation Protection and Safety in Radiotherapy

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (21h)

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

Maria Esmeralda Poli (42h)

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

Os objectivos desta Unidade Curricular incluem

- Proporcionar aos alunos do MPSR uma introdução a tópicos de Protecção e Segurança Radiológica em Radioterapia,**
- Abordar o papel da radiação na Saúde Pública,**
- Estudar uma ampla gama de assuntos desde a ciência pura à lei e à ética baseando-se em publicações de organismos nacionais e internacionais**
- Capacitar os alunos para a aplicação da protecção contra as radiações no ambiente médico/clínico através do domínio de técnicas e metodologias para projetar, implementar e otimizar a Protecção e Segurança Radiológica e blindagens contra radiações num Serviço de radioterapia cumprindo os regulamentos e recomendações nacionais e internacionais.**

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

The aims of this Curricular Unit include:

- To provide students of the MPSR with an introduction to Radiation Protection and Safety topics in Radiotherapy,**
- To address the role of radiation in Public Health,**
- To study a broad range of subjects from pure science to law and ethics drawing upon publications by national and international bodies,**
- To provide students with the skills required to the application and implementation of radiation protection in medical/clinical environment and to master techniques and methodologies to design, implement and optimize Radiation**

Protection and Safety and radiation shielding in a radiotherapy Service, complying with national and international regulations and recommendations.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 Introdução à Física na Saúde

1.1. Aspectos básicos das grandezas e unidades utilizadas em Protecção Radiológica

2. Incidentes, acidentes e segurança em radioterapia

3. Responsabilidades e condições de serviço

4. Detecção e quantificação da radiação

5. Efeitos biológicos da radiação

6. Bases internacionais para regulamentações

7. Legislação nacional e recomendações internacionais aplicadas à Protecção e Segurança Radiológica

8. Requisitos de Protecção e Segurança Radiológica em radioterapia

9. Características das instalações de radioterapia e dos equipamentos associados

10. Caracterização e dimensionamento de blindagens e dos requisitos de projecto e operação de instalações de radioterapia

11. Protecção e Segurança Radiológica na prática clínica

12. Programa de Protecção Radiológica

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction to Health Physics

1.1. Basic aspects of quantities and units used in Radiation Protection

2. Hazards, accidents and safety in radiotherapy

3. Responsibilities and conditions of service

4. Detection and quantification of radiation

5. Biological effects of radiation

6. International basis for legislation

7. National laws and international standards and guidance for Radiological Protection and Safety

8. Basic requirements for Radiation Protection and Safety in radiotherapy

9. Characteristics of radiotherapy facilities and equipments

10. Shielding requirements, design and calculations for radiotherapy bunkers

11. Radiation Protection and Safety in the clinic

12. Radiation Protection Program

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

Os conteúdos programáticos são organizados de forma a permitir que os alunos desenvolvam, apliquem e demonstrem os conhecimentos, capacidades e competências no seguintes tópicos:

- Os diversos papéis e responsabilidades relacionados aos diversos intervenientes com funções de Protecção Radiológica em ambiente médico/clínico;

- Questões associadas à Protecção e Segurança Radiológica;

- Conceitos básicos de Protecção Radiológica e sua aplicação;

- Recomendações e padrões internacionais;

- Aplicação da Protecção Radiológica ao ambiente médico;

- Mecanismos de produção e processos de interação dos diferentes tipos de radiação ionizante com a matéria e os processos de decaimento radioativo;

- Riscos da exposição a radiação e radiobiologia;

- Conhecimento básico dos diferentes equipamentos de radioterapia e instalações radioativas;

- Cálculos de Protecção Radiológica, Segurança e blindagem contra radiações;

- Realização eficaz de pesquisa da literatura;

- capacidade de escrever um relatório eficaz.

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

The syllabus is organized in order to allow students to develop, apply and demonstrate the knowledge, skills and competence in the following topics:

- The roles and responsibilities of the staff with Radiation Protection related duties in medical/clinic environment;

- Issues associated with Radiation Protection and Safety;

- Basic concepts of Radiation Protection and their applications;

- International recommendations and standards;

- Application of Radiation Protection to the medical environment;

- Production mechanisms and interaction processes of different types of ionising radiation with matter and the process of radioactive decay;

- Risks of exposure to ionizing radiation and radiobiology;

- Different radiotherapy equipment and facilities;

- Radiological Protection, Safety and radiation shielding calculations;

- Effective literature searches;

- *Effective report writing skills.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas: conceitos fundamentais, recomendações internacionais, com a resolução de problemas. A cada aluno será atribuído aleatoriamente um cenário de protecção e segurança radiológica na primeira aula. Durante cada semana o aluno deve rever o material das aulas e aplicar no contexto do cenário de protecção radiológica que lhe foi atribuído. Cada aluno deve preparar semanalmente um breve resumo de como o material revisado se relaciona ao cenário que lhe foi atribuído.

Aulas práticas ou laboratoriais: resolução dos exercícios propostos, com auxílio do docente. Desenvolvimento parcial de um Programa de Protecção Radiológica. Visitas a Serviço de Radioterapia serão efectuadas.

Avaliação: diversos trabalhos de aplicação prática, relacionados com a apresentação, estudo e resolução de cenários de Protecção e Segurança Radiológica (avaliação contínua, 60%), parte experimental: hospital e laboratório (20%). Exame final (20%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical and practical lectures: detailed presentation of the subjects, fundamental concepts, international guidelines, with problems-solving classes. Each student will be randomly assigned a radiation safety scenario during the first lecture. During the week between lectures students should review the material of the most recent lecture and place it in the context of the radiation safety scenario they were assigned. Each student should prepare weekly a brief summary of how the material they have reviewed relates to their assigned scenario.

Practical or laboratory classes: exercises are solved with the help of the teaching staff. Development of a Radiation Protection Program. Visits to a Radiotherapy Service will be performed.

Assessment: several works of practical application related to the study, discussion and solution of Radiation Protection and Safety scenarios (continuous assessment, 60%), experimental part: hospital and national laboratory (20%). Final exam (20%).

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

A metodologia de ensino apresentada permite que as competências, conhecimentos e aptidões dos alunos sejam desenvolvidas progressivamente durante toda a Unidade Curricular em módulos que contêm seminários, estudo de casos e como parte de sua aprendizagem baseada no trabalho.

As aulas teórico-práticas visam uma apresentação aprofundada das matérias, dotando os alunos de uma capacidade baseada no conhecimento para abordarem em diversas áreas da Protecção Radiológica na Saúde.

Ao longo do programa, os alunos irão desenvolver conhecimentos e aptidões através de participação em grupos de discussão, estudo de casos da prática clínica para melhorar as suas facultades analíticas e interpretativas. A resolução de exercícios nas aulas práticas e laboratoriais permite confrontar os alunos com problemas concretos relacionados aos assuntos explanados em aulas teóricas. As atividades e resolução de problemas em grupo são o método utilizado para melhorar as capacidades relacionadas com a aplicação das melhores práticas na investigação e na tomada de decisões para melhorar os resultados no âmbito da Protecção e Segurança Radiológica

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

The presented teaching methodology allows students' knowledge, skills and competences to be progressively developed throughout the course into modules containing seminars, case studies and as part of its work-based learning.

The theoretical-practical classes aim at presenting the fundamental of the subjects, providing students with a knowledge base capacity to address various areas of Radiation Protection in Health.

Throughout the programme, students will develop knowledge and skills through participation in discussion groups, case studies of clinical practice to improve their analytical and interpretative faculties. The problem solving exercises and laboratory classes allow students to confront real problems related to the issues explained in the lectures. The team activity and problem solving exercises are the method used to enhance the capacities relating to the application of best practice in research and in decision making, to enhance outcomes in the context of Radiation Protection.

3.3.9. Bibliografia principal:

IAEA-TECDOC-1040; Design and implementation of a radiotherapy programme: Clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects. Viena, 1998.

IAEA Safety Report Series No.47; Radiation protection in the design of radiotherapy facilities. Viena, 1996.

IAEA Safety Series No. 115. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Viena, 1996.

Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. 2005.

ICRP publication 86, Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiological therapy. 2001.

ICRP publication 103, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 2007.

NCRP Report No. 151; Structural Shielding Design and Evaluation for megavoltage X- and gamma-ray radiotherapy facilities.2005.

Decreto-lei no. 180/2002 DR – I Série A, Ministério da Saúde. 8 de Agosto 2002
Decreto-lei no. 222/2008 DR – I Série A, Ministério da Saúde. 17 de Nov 2002

Mapa IV - Efeitos Biológicos das Radiações / Biological Effects of Radiation

3.3.1. Unidade curricular:

Efeitos Biológicos das Radiações / Biological Effects of Radiation

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

Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil (28 h)

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

Isabel Maria de Sá Correia Leite de Almeida (5 h)

Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira (20 h)

Jorge Humberto Gomes Leitão (5 h)

Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro (5 h)

Especialistas convidados em determinadas áreas que irão realizar seminários/ Invited experts that will deliver seminars on specific topics.

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

Na Unidade Curricular intitulada Efeitos Biológicos das Radiações pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os seguintes tópicos:

- *interação da radiação com os organismos vivos, sequência temporal*
- *os efeitos induzidos pela acção da radiação quer seja de uma forma directa quer indirecta*
- *os alvos biológicos da acção da radiação*
- *os mecanismos de ação da radiação ionizante*
- *os mecanismos de reparação do ADN*
- *diferente radiosensibilidade das espécies*
- *efeitos determinísticos e estocásticos induzidos por exposição a radiação ionizante*
- *biomarcadores de exposição*
- *dosimetria biológica*
- *radiopatologia*
- *relação risco radiológico versus dose*
- *efeitos da exposição a baixas doses de radiação*
- *efeitos das exposições prolongadas a radiação ionizante*
- *análise epidemiológica*

Uma forte componente laboratorial e experimental permitirá ao aluno adquirir competências que permitam avaliar os níveis de lesão, induzidos pela radiação, usando métodos citogenéticos.

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

In the Curricular Unit of Biological Effects of Radiation we intend that students acquire knowledge on the following topics:

- *interactions of ionizing radiation with the living organisms the time frame,*
- *the damage induced by direct action and indirect action of ionizing radiation,*
- *the biological targets of radiation,*
- *the mechanism as radiation acts and the adaptive response to these damage,*
- *DNA repair mechanism,*
- *different radiosensitivity of species,*
- *deterministic and stochastic effects,*
- *radiosensitivity,*
- *exposure biomarkers,*
- *biological dosimetry,*
- *radiopathology,*
- *relation radiological risk versus dose,*
- *effects of low dose radiation exposure,*
- *effects of protracted exposure to ionizing radiation,*
- *epidemiological analysis.*

A strong laboratory and experimental component will allow the student to acquire skills to assess the levels of lesion induced by radiation using cytogenetic methods.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1Radiobiologia: Stress oxidativo induzido pela radiação. Espécies reativas de oxigénio e de azoto, sua actividade, reatividade e deteção. Alvos celulares e efeitos dos diferentes tipos de radiação ionizante. Mecanismos de lesão do ADN. Quebras de cadeia. Indução de mutações. Peroxidação lipídica. Oxidação de proteínas. Efeitos na organização e função das membranas plasmática e de organelos, funcionalidade de enzimas e transportadores transmembranares. Glicídios, neurotransmissores. Mecanismos de defesa antioxidante. Antioxidantes endógenos e exógenos. Classificação dos efeitos biológicos induzidos pela radiação ionizante. Resposta adaptativa. Reparação das lesões radioinduzidas de ADN. Enzimas antioxidantes e enzim. reparadores**
- 2Radiopatologia: Efeitos deletérios das radiações em mamíferos e outros seres vivos. Alterações genéticas, somática e germinal. Cancerígenese.Efeitos hereditários, na reprodução e no desenvolvimento embrionário. Efeitos não cancerígenos**
- 3Dosimetria biológica**

3.3.5. Syllabus:

- 1.Radiobiology: oxidative stress induced by radiation. Oxygen and nitrogen reactive species, their activity, reactivity and detection. Cellular targets and effects induced by different types of ionizing radiation (IR). Mechanisms of DNA damage. Double and single strand breaks. DNA mutations. Lipid peroxidation. Effects on cells membrane and organelles. Proteins and aminoacids. Effects on the functionality of enzymes and transmembrane transporters. Neurotransmitters, glycidies. Endogenous and exogenous antioxidants. Biological effects induced by IR. Adaptive response, special emphasis to DNA radiation induced lesions. Repair and antioxidants enzymes.**
- 2.Radiopathology Deleterious effects on mammals and other living organisms induced by IR. Genetic damage at germinal and somatic levels. Cancerigenesis. Hereditary effects. Effects on reproduction and on embryonic development. Non-cancer effects.**
- 3. Biological dosimetry.**

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

Os tópicos focados no programa da Unidade Curricular estão em concordância com os objectivos da mesma, dado que foram seleccionados de modo a proporcionarem os conhecimentos e conceitos que permitem ao aluno ter uma visão abrangente dos efeitos induzidos por exposição à radiação ionizante quer a nível celular e do DNA quer a nível dos organismos. Os conhecimentos adquiridos no final da Unidade Curricular permitirão igualmente aos alunos saber classificar os efeitos induzidos pela radiação segundo a dose absorvida, o tempo de manifestação e o nível de lesão. Adicionalmente, as aulas práticas, que complementarão os conceitos leccionados nas aulas teóricas permitirão aos alunos desenvolver conhecimentos, capacidades e competências em técnicas laboratoriais para avaliação da lesão induzida por exposição a radiação. Estudos envolvendo biomarcadores de exposição permitirão aos alunos contactar com técnicas citogenéticas cujos diferentes endpoints são visualizados utilizando microscopia óptica. Estes biomarcadores permitem detectar lesões induzidas por exposição a radiação quer ocorrida há pouco tempo (gama-H2AX, cromossomas dicêntricos, indução de micronúcleos) quer técnicas que permitem detectar lesões provenientes de exposições passadas (translocações). Nos estudos epidemiológicos (muito importantes para exposição a baixas doses) o uso de biomarcadores de exposição é fundamental para estimativa ou validação da dose recebida, e para estudos de susceptibilidade individual.

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

The topics focused on UC's program are consistent with the learning outcomes, since all the topics included were selected in a way that can provide the knowledge and concepts that allow students to have a comprehensive view of the effects of exposure to ionizing radiation both at cellular and DNA level and at organism's level. The knowledge acquired at the end of the Curricular Unit will also enable the students to know how to classify the effects induced by radiation according to the absorbed dose, time and expression level of injury. Additionally laboratory activities, which are in line with the concepts taught in the lectures, will allow students to develop knowledge, skills and competencies in laboratory Studies involving biomarkers of exposure will allow students to contact with cytogenetic techniques whose different endpoints are observed using optical microscopy. These biomarkers can detect lesions induced by exposure to radiation occurred either recently (gamma-H2AX, dicentric chromosomes, micronuclei induction assay) or techniques which can detect damage from past exposures (translocations). In epidemiological studies (very important for exposure to low doses) the use of biomarkers of exposure is critical for validating or estimate the dose received and for evaluating individual susceptibility.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- As metodologias de ensino envolvem aulas teóricas (e seminários esporádicos) e de prática laboratorial. A nota final a obter na Unidade Curricular resulta da ponderação das classificações obtidas nos três elementos de avaliação:**
- 1- Exame (50%): O exame é obrigatório e nele exige-se a nota mínima de 9,5 valores.**
 - 2- Trabalhos de prática laboratorial (30%): A avaliação basear-se-á em relatórios a entregar pelos alunos. A presença nestas aulas é obrigatória**
 - 3- Apresentação e discussão de um artigo científico (20%).**

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching methodologies involve theoretical (and sporadic seminars) and laboratory classes.

The final grade to get the Curricular Unit will include the contribution of three assessment elements:

1 - Final exam (50%): The exam is mandatory. A minimal grade of 9.5/20 values is required.

2 - Laboratory work (30%): Practical sessions will take place throughout the Curricular Unit and will be evaluated based on reports to be delivered by the students. Presence in all lab classes is mandatory.

3 - Presentation and discussion of a paper (20%).

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

A metodologia de ensino utilizada consiste na lecionação teórica de temas relevantes na área dos efeitos biológicos das radiações ionizantes, acompanhada da implementação experimental destes conceitos teóricos em aulas práticas laboratoriais. Esta metodologia garante a aquisição de conhecimentos consistentes sobre os processos e mecanismos de ação da radiação ionizante nas células e organismos vivos.

A experiência laboratorial que será proporcionada aos alunos é de importância fulcral para desenvolver nos alunos as competências e capacidades de executarem trabalho de investigação em Radiobiologia, Dosimetria Biológica e em Ciências da Vida e da Saúde.

A discussão de um artigo científico relacionado com os temas desenvolvidos na parte teórica, permitem ao aluno criar um espírito crítico de interpretação dos resultados apresentados.

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

The methodology consists of theoretical lecturing of relevant issues in biological effects of ionizing radiation, accompanied with experimental implementation of those theoretical concepts in laboratory classes. This will provide students with a robust acquisition of knowledge on the mechanism of action of ionizing radiation in the living cells and organisms.

The laboratory experiment that will be provided is of paramount importance to develop in students the skills and capacities to perform research work in Radiobiology, Biological Dosimetry and in Life and Health Sciences.

The discussion of a scientific paper related to the themes developed in the theory classes, allow the student to produce a critical mind in interpreting the results presented.

3.3.9. Bibliografia principal:

Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies, IAEA 2011.

ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).

Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2. ISBN: 978-0-309-09156-5.

Halliwell B., Gutteridge J.M.C. (1996) .In Halliwell, B. and Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine, Oxford University Press, Great Britain.

Artigos específicos./ Specific papers

Mapa IV - Radioquímica / Radiochemistry**3.3.1. Unidade curricular:**

Radioquímica / Radiochemistry

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

António Manuel Rocha Paulo (25 h)

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

Nuno Pessoa Barradas (15 h)

Fernanda Marujo Marques (10 h)

Maria Isabel Garrido Prudêncio (10 h)

Paula Maria Mimo Carreira Paquete (10 h)

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

Esta unidade curricular pretende dotar os alunos com conhecimentos que permitam compreender os fundamentos da Química Nuclear e Radioquímica, bem como das suas aplicações em diferentes domínios (Medicina, Biologia, Química, Arqueologia, Geologia, Energia, etc). Concretamente, pretende-se fornecer conhecimento básico sobre as propriedades químicas dos radionuclídeos mais importantes e dos métodos utilizados para a sua preparação e

separação. Mostrar como as propriedades químicas e a especiação afectam o comportamento dos radionuclídeos nos sistemas naturais e antropogénicos. Mostrar a importância da Química Nuclear na produção de radionuclídeos, em particular daqueles que têm relevância para o desenvolvimento de radiofármacos. Mostrar princípios básicos da Química sobre radiação e suas aplicações. Dar a conhecer os métodos analíticos nucleares avançados e mostrar o papel relevante que desempenham em áreas como Ciências Biomédicas, Ambiente, Património e Materiais.

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

To provide the students with a set of skills that will allow the understanding of the basic principles of Nuclear Chemistry and Radiochemistry, and its applications in different areas (e.g. Medicine, Biology, Chemistry, Archeology, Geology, Energy, etc.). Therefore, this course will give basic knowledge on the chemical properties of the most relevant radionuclides and on the methods used for their separation. It will address how the chemical properties and speciation affect the radionuclide behavior in natural or anthropogenic systems. It will demonstrate the importance of Nuclear Chemistry in the production of radionuclides, namely those with relevance for the development of radiopharmaceuticals. It will describe the basic principles of chemistry under radiation and its applications. It will present and discuss advanced nuclear analytical techniques, showing their important role in different areas such as Biomedical Sciences, Environment, Cultural Heritage and Advanced Materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

* Módulo 1

- Características nucleares e químicas dos elementos radioativos mais importantes;
- Métodos de separação e identificação de radionuclídeos naturais
- Influência das propriedades químicas e especiação no comportamento dos radionuclídeos em sistemas antropogénicos
- Aceleradores e reactores nucleares: aplicações em Energia, Medicina, Materiais e Ambiente
- Produção de radionuclídeos com interesse médico: reacções nucleares e química dos alvos
- Radiofármacos e suas aplicações

* Módulo II

- Química sob radiação: Métodos de irradiação, reacções e aplicações
- Utilização de traçadores radioativos para o estudo de reacções químicas
- Métodos Analíticos Nucleares avançados aplicados às Ciências Biomédicas, Ambiente, Património e Materiais.

3.3.5. Syllabus:

* Module 1

- Nuclear and chemical properties of the most relevant radioactive elements
- Methods for the separation and identification of natural radionuclides
- Influence of chemical properties and speciation on the behavior of the radionuclides in anthropogenic systems
- Accelerators and nuclear reactors: applications in Energy, Medicine, Materials and Environment
- Production of medically relevant radionuclides: nuclear reactions and targetry
- Radiopharmaceuticals and their applications

* Module II

- Radiation chemistry: methods of irradiation, reactions and applications
- Radiotracers in Chemistry
- Advanced Nuclear Analytical Methods and their applications in Biomedical Sciences, Environment, Cultural Heritage and Materials.

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

A Radioquímica é uma disciplina com grande importância em diferentes ramos das ciências fundamentais e aplicadas, como sejam a Química, Física, Biologia, Geologia, Medicina, Biotecnologia, Ciências Radiofarmacêuticas, Medicina Nuclear, Proteção e Segurança Radiológica, Física Médica, Tecnologias Nucleares de Energia, entre outras. Por essa razão, a Radioquímica tem um importante impacto social e económico, nomeadamente ao nível da possível contribuição para implementação da chamada medicina personalizada e do desenvolvimento sustentável que surgem como grandes desígnios da sociedade do século XXI.

Os conteúdos programáticos desta UC estão delineados de forma a transmitir conhecimentos básicos de Radioquímica que permitam ao alunos perceber a sua relevância para as áreas acima mencionadas, com particular destaque para aplicações no domínio das Ciências Biomédicas, Ambiente, Património e Materiais.

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

Radiochemistry is highly relevant for other basic or applied sciences, such as Chemistry, Physics, Biology, Biotechnology, Radiopharmaceutical Sciences, Nuclear Medicine, Radiological Safety and Protection, Medical Physics or Nuclear Energy. For this reason, Radiochemistry has a great social and economic impact, namely in terms of possible contributions to implement the so-called personalized medicine and a sustainable development that are

important goals for present and future generations.

This course gives a broad insight into the basis of Radiochemistry, in such a way that will allow a better understanding of its relevance for the above mentioned areas, particularly in the case of applications in Biomedical Sciences, Environment, Cultural Heritage and Materials.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino tem um carácter teórico, teórico- prático e prático que permitirá aos alunos adquirir e aplicar conhecimentos. Nas aulas teóricas a matéria é exposta e nas aulas teórico-práticas são estudados casos (ex. análise de artigos científicos) o que permitirá a consolidação dos conhecimentos e ajudará os alunos a cimentar as ideias principais, a perspectivar o debate e a explorar pontos de discussão. Nas aulas práticas os alunos poderão aplicar os conhecimentos adquiridos com trabalhos experimentais nas várias vertentes abordadas nesta UC (ex. produção de um isótopo radioativo, preparação de um radiofármaco; doseamento de um elemento através da análise por ativação neutrónica (AAN), etc.).

Método de avaliação: Aulas laboratoriais de presença obrigatória e elaboração dos respectivos relatórios: 30% (nota mínima: 10); Exame: 70% (nota mínima: 10)

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching has theoretical, theoretical-practical and laboratory components that will enable students to acquire and apply knowledge. In the theory classes the syllabus is presented, and in the theoretical/practical classes are presented and discussed cases (analysis of scientific articles) which will allow the consolidation of knowledge and help students cement the main ideas, shaping the debate and exploring discussion points. In the laboratory classes the students will be able to practice on several relevant subjects covered by the course (e.g. production of a radionuclide, preparation of a radiopharmaceutical, determination of an element by Nuclear Activation Analysis, etc.).

Evaluation: Laboratory classes and respective lab reports: 30% (minimum grade: 10); Exam: 70% (minimum grade: 10)

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

Para além dos conceitos fundamentais da Radioquímica, a unidade curricular aborda uma gama relativamente vasta das suas aplicações. Assim, será dada particular atenção à aprendizagem e consolidação dos conceitos focados nas aulas teóricas, bem como a apresentação/discussão de artigos com exemplos concretos que irão permitir solidificar os diferentes assuntos. A existência de aulas práticas laboratoriais permitirá aos alunos a aplicação experimental dos conceitos demonstrados e a sua consolidação.

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

Besides the basis of Radiochemistry, the Curricular Unit covers a wide range of its applications. Therefore, particular attention will be given to learning and consolidation of concepts focused on the lectures, as well as the presentation/discussion of articles with specific examples that will allow the consolidation of the different subjects. The laboratory classes will allow the students to apply experimentally the concepts presented in the lectures.

3.3.9. Bibliografia principal:

- 1 - *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*, Gregory Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg, Christian Eckberg, AP, Elsevier (2013).
- 2 - *Nuclear and Radiochemistry: Fundamentals and Applications*, Jens-Volker Kratz, Karl Heinrich Lieser, Wiley (2013).
- 3 - *Radiopharmaceuticals in Nuclear Pharmacy and Nuclear Medicine*, R. J. Kowalsky, S. W. Falen, 2nd Edn, American Pharmacist Association (2011).
- 4 - *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*. Carol Kendall, J. Mcdonnell, Elsevier, Amsterdam
- 5 - *Isotopes in the Water Cycle. Past, Present and Future of a Developing Science*. Pradeep K. Aggarwal, Joel R. Gat, Klaus F.O. Froehlich, Springer (2005)

Mapa IV - Processamento de Imagem e Visão / Image Processing and Vision

3.3.1. Unidade curricular:

Processamento de Imagem e Visão / Image Processing and Vision

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

João Paulo Salgado Arriscado Costeira (21 h)

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

Jorge Salvador Marques (42h)

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

Neste curso os alunos aprendem métodos fundamentais de Processamento de Imagem e de Visão 3D que lhes permitem realizar operações básicas tais como: pré-processamento, melhoramento de qualidade e redução de ruído, segmentação de imagem, reconhecimento de objectos e extracção de informação 3D sobre o mundo exterior. O curso desenvolve a capacidade de aplicação dos métodos estudados na resolução de problemas novos, através da realização de um projecto.

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

In this course students learn basic methods of image processing and 3D Vision that allow them to perform basic operations such as pre-processing, quality enhancement and noise reduction, image segmentation, object recognition and 3D information extraction on outside world. The course develops the methods of enforcement capacity studied in solving new problems through the implementation of a project.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. INTRODUÇÃO Áreas de aplicação. Conceito de imagem. Aquisição de imagens. Espaços de imagem. Análise em Componentes Principais (Imagens Próprias). 2. FILTRAGEM E MELHORAMENTO Filtragem linear e não linear. Filtro de mediana. Operações morfológicas. Alinhamento de imagens. 3. PROBLEMAS INVERSOS Métodos de regularização. Campos de Markov. Aplicação à restauração de imagens. 4. SEGMENTAÇÃO E RECONHECIMENTO Métodos de classificação e de inferência estatística. Métodos de segmentação básicos. Watershed. Métodos baseados em grafos e em campos de Markov. Modelos deformáveis. 5. CARACTERÍSTICAS VISUAIS Detecção de cantos e de contornos. Cor e textura. Características invariantes. 6. VISÃO 3D Modelo da câmara e calibração. Reconstrução estéreo. Geometria epipolar. Emparelhamento. Reconstrução 3D.

3.3.5. Syllabus:

1. INTRODUCTION Application areas. Image concept. Image acquisition. Image spaces. Principal Component Analysis (Own Images). 2. FILTER AND IMPROVEMENT linear and nonlinear filtering. Median filter. Morphological operations. Aligning images. 3. PROBLEMS INVERSE regularization methods. Markov fields. Application to restore images. 4. Segmentation and Recognition Methods of classification and statistical inference. Basic segmentation methods. Watershed. Methods based on graphs and Markov fields. Deformable models. 5. CHARACTERISTICS VISUAL detection of corners and edges. Color and texture. Invariant features. 6. VISION 3D Camera model and calibration. Stereo reconstruction. Epipolar geometry. Pairing. 3D reconstruction.

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

Os conteúdos programáticos apresentados para esta unidade curricular estão coerentes e orientados para que os objectivos propostos sejam atingidos. Uma vez que os alunos devem desenvolver um projecto prático tal permite a transposição da aprendizagem formal de conceitos, modelos e métodos para a aplicação "real".

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

The syllabus for this Curricular Unit is coherent and targets in a comprehensive way the intended learning outcomes. Students must develop a practical project that will allow them to transpose the formal learning of concepts, models and methods for a real application.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (3h), Aulas práticas/laboratório (1.5h). Execução de um projecto que consubstancia um problema "real". No corrente ano os alunos deverão desenvolver algoritmos para detecção de objectos em movimento em imagens 3D.

A avaliação consta de 2 testes (50%) e projecto (50%). O projecto requer a escrita de um relatório e demonstração "ao vivo" dos resultados.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures (3h), practical classes / laboratory (1.5h). implementation of a project that addresses a "real" problem. This year students will develop algorithms to detect moving objects in 3D images.

The assessment consists of 2 tests (50%) and a project (50%) which requires the drafting or a report and the live demonstration of the results.

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

Demonstração por indução e experiência! A componente de projecto ilustra os conceitos teóricos. O exame avalia os conhecimentos e o projecto a capacidade de resolver problemas envolvendo imagens. Os alunos exprimem grande

adesão e apreço pela coerência entre a metodologia e os objectivos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
By induction and experience! The project component illustrates the theoretical concepts. The examination assesses the knowledge acquired while the project's ability to solve problems involving images.

3.3.9. Bibliografia principal:

Richard Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2011

Acetatos das Aulas Teóricas: J.S.Marques 2005 IST

Mapa IV - Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering

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

Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo (22 h)

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

Gabriel António Amaro Monteiro (20 h)

Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva (21 h)

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

Proporcionar aos alunos uma formação integrada em Engenharia Celular e de Tecidos, com base em conceitos fundamentais de Biologia Celular, Biologia do Desenvolvimento, Histologia e Engenharia de Processos nomeadamente tecnologia de bioreactores para cultura e processamento de células animais e humanas, bem como a sua integração com biomateriais, com aplicações em Medicina Humana e Veterinária. Os objectivos seguintes deverão ser alcançados: 1. Aprendizagem de conceitos fundamentais de Biologia Celular e Biologia do Desenvolvimento; 2. Aprendizagem dos processos de bioengenharia de células animais e humanas; 3. Aquisição dos conceitos de biomateriais utilizados em Engenharia de Tecidos incluindo o seu processamento e sua caracterização; 4. Identificação das estratégias principais utilizadas pela Terapia Celular e Engenharia de Tecidos para Medicina Regenerativa; e 5. Capacidade de ilustrar com exemplos específicos estratégias principais de Medicina Regenerativa.

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

To provide an integrated background on Cell and Tissue Engineering based on theoretical fundamentals on Cell Biology, Developmental Biology, Histology and Process Engineering, namely bioreactor technology for animal and human cell culture and processing, as well as their integration with biomaterials, envisaging applications in Human and Veterinary Medicine. The following objectives should be attained: 1. Learning the fundamental concepts of Cell Biology and Developmental Biology; 2. Learning of animal/human cell bioengineering processes; 3. Acquisition of biomaterial concepts used in Tissue Engineering including their processing and characterization; 4. Identification of the main strategies used in Cell Therapy and Tissue Engineering for Regenerative Medicine; and 5. Ability to illustrate with case studies the main strategies for Regenerative Medicine.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Métodos para estudo da organização de células e tecidos. 2. Métodos de separação e purificação celular e sub-celular. 3. Integração de células em tecidos. Interação célula-célula, célula-matriz e comunicação celular. Matriz extracelular. 4. Sinalização célula-célula. Transdução de sinal intra-celular. Receptores celulares, mensageiros secundários, cinases/fosfatases. 5. Tecidos epitelial, conjuntivo, nervoso e muscular. 6. Dinâmica e reparação de tecidos. Homeostase. Morfogénese. Diferenciação. 7. Biomateriais para cultura de células e tecidos. 8. Cultura de células animais. Crescimento e metabolismo celular. 9. Reactores para cultura de células animais. Projecto e operação de reactores. Cinética, modelação e monitorização. 10. Conceitos básicos de células estaminais. 11. Processamento de células animais/estaminais. Separação e purificação. Integração de processos de produção e purificação. 12. Aplicações em Medicina Regenerativa: Terapia Celular, Terapia Génica, Engenharia de Tecidos

3.3.5. Syllabus:

1. Methods to study cell and tissue organization. 2. Cellular and sub-cellular separation and purification methods. 3. Integrating cells into tissues. Cell-cell and matrix-cell adhesion and communication. Extracellular matrix molecules and their ligands. 4. Cell-cell signaling. Intracellular signal transduction. Cell receptors, second messengers, kinases/phosphatases. 5. Epithelial, connective, nerve and muscular tissues. 6. Tissue dynamics. Homeostasis. Tissue

repair. Morphogenesis. Cell differentiation. 7. Biomaterials for cell and tissue culture. 8. Animal cell culture. Growth and cellular metabolism. 9. Reactors for animal Cell culture. Project and operation of animal cell reactors. Kinetics, Modelling and Monitoring. 10. Stem cell basics. 11. Processing of animal/stem cells. Separation and purification. Process integration for production and purification. 12. Applications in regenerative Medicine: Cell Therapy, Gene Therapy, Tissue Engineering.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos apresentados para esta unidade curricular estão concordantes com os objectivos de aprendizagem propostos uma vez que os tópicos incluídos no programa proporcionarão aos alunos uma formação integrada em Engenharia de Células e de Tecidos e Medicina Regenerativa tendo por base a Biologia do Desenvolvimento, Biologia Celular e de Tecidos, Cultura celular, Bioprocessamento de células animais/estaminais e Biomateriais. O Programa inclui ainda uma forte componente de aplicações biomédicas na área da Medicina Regenerativa focando casos concretos de regeneração de tecidos diversos como sendo ósseo, urológico, neural, entre outros, com base na consulta de tecnologias promissoras a serem desenvolvidas em centros de investigação que são publicadas em revistas da especialidade. O programa da UC foi desenhado por forma a cobrir estas temáticas e para, com a participação em aulas teórico-práticas, atingir estes objectivos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The contents of the programme presented for this curricular unit are in agreement with the proposed learning objectives since the topics covered in this program will provide an integrated education on Cell and Tissue Engineering and Regenerative Medicine based on different topics from Developmental Biology, Cell and Tissue Biology, Cell Culture, Animal/Stem Cell Bioprocessing and Biomaterials. The programme also has a strong focus on examples of biomedical applications in the area of Regenerative Medicine (ex. bone, neural, urological repair), based on promising technologies in the field being developed in research centres, which are published in international scientific journals. The course programme was designed to cover the required topics and, with the participation in theoretical/practical classes, to achieve the stated objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O tipo de metodologia de ensino nesta UC é teórico-prático. A avaliação inclui: Apresentação e discussão de um seminário (Grupos de 2 alunos) (30% nota final, nota mínima 10 valores). Exame Final (70% nota final, nota mínima 10).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
The teaching methodology in this unit is based on theoretical/practical classes. The evaluation includes: Presentation and discussion of a seminar (Groups of 2 students) (30% final grade, minimal grade 10). Final Exam (70% final grade, minimal grade 10).

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino e avaliação a utilizar, com uma forte interação com a investigação neste campo incluindo o estudo de artigos científicos disponíveis na literatura e com o ambiente de investigação nestes domínios no seio do IST (fenix.ist.utl.pt/investigacao/ibb/cebq/berg), permitirão um conhecimento integrado das ferramentas a utilizar na Engenharia de Células e Tecidos e Medicina Regenerativa com vista a delinear estratégias de interesse terapêutico e comercial, habilitando o aluno para desenvolver trabalho de investigação e desenvolvimento nestes domínios.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The methods of teaching and evaluation to be used herein, including a strong interaction with the ongoing scientific research through the analysis of articles in the literature and with the research environment within IST (fenix.ist.utl.pt/investigacao/ibb/cebq/berg), will allow a grounded knowledge of the tools to be used in the areas of Cell and Tissue Engineering and Regenerative Medicine in order to design strategies of therapeutic and commercial interest, enabling the student to be capable of developing research and development work in these domains.

3.3.9. Bibliografia principal:
*Basic Histology: Junqueira, L.C. e Carneiro, J. 2005 McGraw Hill.
Tissue Engineering: Palsson, B.Ø. and Bhatia, S.N. 2004 Pearson Prentice Hall Bioengineering.
Culture of Cells for Tissue Engineering: Vunjak-Novakovic, G. and Freshney, R. 2006 Wiley.
Molecular Cell Biology: Lodish, H., Berk, A. et al. 2007 W.E. Freeman.
Principles of Regenerative Medicine: Atala, A., Lanza, R., et al. 2007 Academic Press.*

Mapa IV - Física e Engenharia Nuclear / Nuclear Physics and Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Física e Engenharia Nuclear / Nuclear Physics and Engineering**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

Lídia dos Santos Ferreira (21 h)

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (21 h)

Pedro Manuel Peixoto Teles (21 h)

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

Desenvolver e aprofundar os conhecimentos dos alunos nos seguintes tópicos:

-Processos e reacções nucleares;

-Física das interações nucleares;

-Secções eficazes de reacções nucleares induzidas por protões e neutrões;

-Utilização de aceleradores de partículas para aplicações de Tecnologia Nuclear (fontes de espalação, transmutação de resíduos radioactivos, amplificador de energia, em Medicina, no Ambiente, na Indústria);

-Engenharia e Tecnologias Nucleares;

-Tipos de reactores nucleares de fissão e seu funcionamento – princípios básicos;

-Funcionamento de reactores nucleares de fusão – princípios básicos;

-Resíduos radioactivos gerados em reactores nucleares;

-Radiotoxicidade dos resíduos radioactivos gerados em reactores nucleares;

-Acidentes radiológicos e nucleares – “case studies”.

Contribuir para uma correcta percepção dos aspectos científicos, tecnológicos, de engenharia, socio-económicos, éticos, jurídicos e legais associados às soluções de Engenharia e Tecnologia Nucleares.

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

To develop and strengthen the students' knowledge, skills and competences in the following topics:

-Nuclear processes and reactions;

-Physics of nuclear interactions;

-Proton and neutron induced nuclear reactions and cross-sections;

-Use of particle accelerators for Nuclear technology applications (spallation sources, transmutation of radioactive waste, energy amplifiers, in Medicine, in Environmental applications, in Services, etc.);

-Nuclear Engineering and Nuclear Technologies;

Types and operation of nuclear fission reactors – basic principles;

-Nuclear fusion reactors – basic principles and operation;

-Radioactive waste inventory of nuclear reactors;

-Radiotoxicity of radioactive waste generated in nuclear reactors;

-Radiological and nuclear accidents and emergencies – case studies,

To contribute for a correct perception of the scientific, technological, technical, socioeconomic, ethical and legal aspects associated to the Nuclear Energy and Technology solutions.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

I) Átomos e núcleos. Propriedades básicas. Estabilidade e decaimento. Processos e estrutura nucleares. Fissão nuclear. Fusão nuclear.

II) Sistemas nucleares.

III) Aceleradores de partículas.

IV) Reactores nucleares: Tipos e forma de operação. Caracterização e gestão de resíduos radioactivos. Radiotoxicidade dos resíduos radioactivos.

3.3.5. Syllabus:

I) Atoms and nuclei. Basic properties. Stability and decay. Nuclear structure and nuclear processes. Nuclear fission. Nuclear fusion.

II) Nuclear Systems

III) Particle accelerators

IV) Nuclear reactors. Types of operation. Radioactive waste characterization and management. Radiotoxicity of radioactive waste.

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

A correcta percepção e avaliação dos aspectos científicos, tecnológicos, de engenharia, socio-económicos, éticos e

legais associados ao funcionamento de conceitos existentes ou ao desenvolvimento de conceitos inovadores e emergentes de Tecnologia Nuclear em aplicações diversas da energia nuclear, requer uma robusta educação, formação e treino relativamente aos aspectos de Ciência fundamental (processos físicos, reacções nucleares, secções eficazes, etc.), mas também o estudo aprofundado e a análise das questões subjacentes de índole sócio-económica, de proliferação nuclear, ambientais e éticas.

Nesta Unidade Curricular todos estes aspectos serão abordados, com a realização de trabalhos que incentivarão os estudantes a pesquisas que aprofundarão os seus conhecimentos, aptidões e competências nos tópicos associados. Será efectuada a discussão de “case studies” abordando questões tais como a procura e oferta de energia eléctrica, as necessidades crescentes de produção de radionuclidos em reactores nucleares para aplicações em Medicina, acidentes nucleares e radiológicos, etc.

As repercussões e a relação custo-benefício de soluções tecnológicas de energia nuclear serão debatidas.

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

The correct perception and assessment of the scientific, technological, engineering, socioeconomic, ethical and legal aspects associated to the operation of existing concepts or to the development of innovative and emerging Nuclear Technology concepts in multiple applications of nuclear energy, requires robust education and training relative to the fundamental Science topics (physics processes, nuclear reactions, cross-sections, etc.) but also the study and analysis of the underlying socioeconomic, nuclear proliferation, environmental and ethical aspects.

In this Curricular Unit, all these topics will be addressed. Students will undertake works that will encourage them to do perform research work to strengthen their knowledge, skills and competences in the associated topics. Case studies will be discussed, addressing issues such as the offer and demand of electrical energy, the growing needs and demand for radionuclides’ production in nuclear reactors for Medicine applications, radiological and nuclear accidents, etc. The repercussions and the cost-benefit analysis of technological solutions will be debated.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalhos intercalares ao longo do semestre subordinados a tópicos diversos. Trabalho final com apresentação oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Intermediate works throughout the semester devoted to several topics. Final work with oral presentation.

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

Os objectivos da Unidade Curricular incluem o desenvolvimento da percepção e dos conhecimentos e capacidades de avaliação dos estudantes relativamente a aspectos científicos, tecnológicos, de engenharia, socio-económicos, éticos e legais associados ao funcionamento de conceitos existentes e ao desenvolvimento de conceitos inovadores e emergentes de Tecnologia Nuclear em aplicações diversas da energia nuclear.

A metodologia proposta do ponto de vista pedagógico, consiste nas seguintes fases:

- 1) Estudo e descrição dos processos físicos, das aplicações tecnológicas e das soluções de engenharia.**
- 2) Estudo dos impactos e repercussões ao nível socio-económico, ético e jurídico, de soluções tecnológicas e de engenharia associadas a sistemas e aplicações tecnológicas da energia nuclear**
- 3) Breve abordagem dos riscos associados – percepção, avaliação e comunicação de risco**
- 4) Apresentação e discussão de “case studies”**

As 4 fases acima referidas, permitirão desenvolver nos alunos uma visão integrada da relação risco versus benefício da utilização da energia nuclear para aplicações tecnológicas, em benefício da sociedade (e.g. para a produção de energia eléctrica, produção de radionuclidos para diagnóstico e terapia em Medicina, aplicações no Ambiente, etc.)

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

The objectives of the Curricular Unit encompasses the development of the students’ perception, competence and skills about the scientific, technological, engineering, socioeconomic, ethical and legal aspects associated to the operation of existing concepts and to the deployment of innovative and emerging concepts of Nuclear Technology in multiple applications of nuclear energy.

The proposed methodology, from the pedagogical point of view, consists on the following steps:

- 1) Study and description of the physics processes, technological applications and engineering solutions.**
- 2) Study of the impacts and repercussions, from the socioeconomic, ethical and legal stand points, of the technological and engineering solutions associated to technological applications of nuclear energy.**
- 3) Succinct discussion of the risks associated – perception, assessment and risk communication**
- 4) Presentation and discussion of “case studies”**

This four-folded approach will allow students to develop an integrated vision of the relationship risk versus benefit on the usage of nuclear energy for technological applications, their societal benefit (e.g. electrical energy production, production of radionuclides for diagnostic and therapy in medicine, Environmental applications, etc.)

3.3.9. Bibliografia principal:

K.S. Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley and Sons, 1987.

S.Y. Lee, Accelerator Physics, World Scientific Publishing, 2004.

R.L. Murray, Nuclear Energy, Butterworth Heinemann, 2001.

Mapa IV - Sistemas de Saúde / Health Systems

3.3.1. Unidade curricular:

Sistemas de Saúde / Health Systems

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

Mónica Duarte Correia de Oliveira (63 h)

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

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

A unidade curricular de "Sistemas de Saúde" pretende:

- *(genericamente) familiarizar os alunos com um conjunto de conceitos e metodologias de base para a análise de ganhos de saúde e para a melhoria da gestão de sistemas de saúde;*
- *potenciar o entendimento dos alunos sobre o contexto das organizações onde irão desenvolver a sua atividade, nomeadamente familiarizando-os com o contexto e desafios dos sistemas de saúde europeus e portugueses;*
- *familiarizar os alunos com conceitos e métodos para a avaliação de tecnologias de saúde;*
- *familiarizar os alunos com métodos quantitativos (e respetivas tecnologias) para apoiar a gestão e a decisão em vários contextos no setor da saúde; e fomentar nos alunos a capacidade de seleccionar diferentes métodos e tecnologias para diferentes problemáticas da gestão de sistemas de saúde;*
- *dar a conhecer aos alunos exemplos reais do uso de métodos quantitativos na gestão de sistemas de saúde, com uma perspetiva e análise crítica.*

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

The "Health Systems" course aims at:

- *(generically) making students familiar with a set of basic tools to analyze health gains and to improve the management of health systems;*
- *enhancing the understanding of students about the context of organizations in which they develop their careers, including making them familiar with the context and challenges of European (and the Portuguese) health systems;*
- *making students familiar with key concepts and methods for the evaluation of health technologies;*
- *making students familiar with quantitative methods (and related technologies) to assist managers and planners decisions; and fostering in students the ability to select different methods and technologies to support managers in different areas;*
- *acquainting students with real examples on the use of quantitative methods in the management of health systems, with a critical perspective.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

I. Aspectos chave na gestão de sistemas de saúde

Valores e objetivos de política no setor da saúde. Falhas de mercado e princípios para a intervenção governamental. Abordagens para a organização do setor da saúde. Estratégias de contenção de custos.

II. Avaliação de tecnologias de saúde

Difusão de tecnologias no setor da saúde. Princípios teóricos de avaliação. Metodologias para avaliação. Medição de ganhos em saúde. Avaliação e regulação de diferentes tipos de tecnologias. Priorização e distribuição de recursos.

III. Métodos quantitativos para apoiar o planeamento, a gestão e a prática clínica (com discussão de casos de estudo e tecnologias)

Portefólio de técnicas para ajudar os gestores, clínicos e técnicos a melhorar a equidade, eficiência, qualidade, segurança e custos. Análise de modelos e técnicas, incluindo: medição de necessidades de cuidados; afetação de recursos; planeamento de capacidades; gestão de projetos e de operações; sistemas de apoio à decisão.

3.3.5. Syllabus:

I. Key concepts in the management of health care systems

Policy values and objectives in the health sector. Market failures and principles for state intervention. Approaches to organising health care services. Cost containment.

II. Evaluation of health care technologies

Technology diffusion in the health sector. Theoretical principles in evaluation. Evaluation methods. Health improvement

measurement. Evaluation and regulation of different types of technologies. Prioritising and distributing resources.

III. Quantitative Methods to help health care planning, management and clinical practice (with a discussion of real case studies and technologies)

Portfolio of techniques for helping health care planners, managers and technicians to improve equity, efficiency, quality, safety and costs. Overview of models and techniques, including techniques for: needs assessment; resource allocation; capacity planning; operations and project management; and decision support tools.

- 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Os conteúdos programáticos da unidade curricular estão organizados em três partes que introduzem os alunos: a conceitos-chave para a gestão de sistemas de saúde; a conceitos e métodos para a avaliação de tecnologias de saúde; e a uma variedade de métodos quantitativos de apoio à gestão dos sistemas de saúde. O ensino das últimas duas partes é assistido pela discussão de estudos de casos reais e pela apresentação de software de apoio. A aprendizagem sobre estes tópicos está diretamente relacionada com os objetivos da disciplina, no geral para familiarizar os alunos com um conjunto de ferramentas básicas para análise de ganhos em saúde e para melhorar a gestão dos sistemas de saúde. A aprendizagem sobre conceitos, métodos e ferramentas permite aos alunos entender o contexto dos sistemas de saúde e de fazer bom uso de métodos para avaliar as tecnologias e para apoiar gestores, planificadores e técnicos nas suas tarefas de gestão.
- 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
The syllabus of the course is organized into three parts that introduce students: to key concepts in the management of health systems; to key concepts and methods for the evaluation of health technologies; and a wide range of quantitative methods to support the management of health systems. Teaching of the last two parts is assisted by the discussion of real case studies and by the presentation of software technologies. Learning about these topics directly relates to the proposed learning outcomes, generically to make students familiar with a set of basic tools to analyze health gains and to improve the management of health systems. Learning about concepts, methods and tools will enable students to specifically understand the health systems context and to make good use of methods to evaluate technologies and to assist managers, technicians and planners in their managerial tasks.
- 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Após os tópicos introdutórios (parte I), as partes II e III são maioritariamente ensinados usando a seguinte sequência: conceitos, métodos, discussão de estudos de caso e apresentação de software (quando pertinente) para auxiliar gestores, clínicos e políticos em várias áreas da gestão. Em alguns tópicos da matéria os alunos resolverão exercícios práticos. A avaliação é feita através de dois trabalhos de grupo e de um exame individual. Num trabalho de grupo os alunos recolherão e tratarão informação sobre um tópico, com referência ao sistema de saúde português (preparando um relatório e fazendo uma apresentação em aula). Noutro trabalho de grupo os estudantes seleccionarão e construirão modelos para apoiar a gestão num conjunto de problemas, e implementarão esses modelos e analisarão as soluções em software adequado.
- 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**
After the introductory topics (from part I), parts II and III are mostly taught using the sequence: concepts, methods, discussion of case studies and presentation of software tools (whenever relevant) to assist managers, clinicians and planners in dealing with different managerial problems. For some topics students also carry out practical exercises. Evaluation is done through two groupwork assignments and one individual exam. In one groupwork students will review evidence on one topic, with reference to the Portuguese health care sector (writing down a report and making a presentation in class). In another group assignment students will select and build models to assist managers in a range of problems and implement the models and analyse solutions in appropriate software.
- 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
O ensino baseia-se maioritariamente na apresentação de conceitos e métodos, seguido pela discussão de estudos de caso, pela apresentação e ensino de ferramentas de software e da resolução de exercícios (quando pertinente). Dentro de avaliação, os alunos realizam um exame individual e dois trabalhos de grupo que promovem o pensamento crítico sobre aspectos variados do sistema de saúde português e fomentam a capacidade dos alunos usarem métodos quantitativos para auxiliar a actividade dos gestores, médicos e políticos. Estes métodos de ensino e de avaliação potenciam a familiarização dos alunos com um conjunto de ferramentas básicas para analisar ganhos em saúde e para melhorar a gestão dos sistemas de saúde, em geral, e, em particular, para promover a capacidade dos alunos selecionarem diferentes métodos quantitativos e respectivas tecnologias em diferentes contextos, assim como uma perspectiva crítica do uso desses métodos em contextos reais.
- 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
Teaching is mostly based on the presentation of concepts and methods, followed by the discussion of case studies and by the presentation and training of software tools and by solving exercises (whenever relevant). Within evaluation,

students carry out one individual exam and two groupworks in which they work out different skills, ranging from critical analyzing problems in the Portuguese health system to the use of quantitative methods to assist managerial tasks from managers, clinicians and planners. These teaching and evaluation methods make students familiar with a set of basic tools to analyse health gains and to improve the management of health systems, in general, and in particular, foster in students the ability to select different quantitative methods and respective technologies to support managerial decisions, as well as give them a critical perspective concerning the use of methods in real contexts.

3.3.9. Bibliografia principal:

Drummond, M.F., Sculpher, M.J., Torrance, G.W., O'Brien, J.J., Stoddart, G.L. (2005) Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes (Third Edition), Oxford University Press.
Ozcan, Y. (2009) Quantitative Methods in Health Care Management: Techniques and Applications (Second Edition), Jossey-Bass.
Abel-Smith, B. (1994) An Introduction to Health: Policy, Planning, and Financing, Longman.
Folland, S., Goodman, A., Stano, M. (2007) Economics of Health and Health Care (Fifth Edition), Prentice Hall.
Clemen, R.T., Reilly, T. (2004) Making Hard Decisions with Decision Tools, Duxbury Press.

Mapa IV - Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria / Metrology of I.R. in Health and Industry

3.3.1. Unidade curricular:

Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria / Metrology of I.R. in Health and Industry

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

Mário João Capucho dos Reis (20 h)

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

Carlos Manuel Azevedo de Sousa Oliveira (43 h) - Professor voluntário

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

Adquirir os conhecimentos de metrologia das radiações ionizantes nas suas duas vertentes: dosimetria (no sector área da Saúde) e radionuclidos (no sector industrial). No sector da Saúde, compreender os fundamentos dos padrões primários mais importantes. No sector industrial, compreender os sistemas de detecção dos radionuclidos e medição da sua actividade. Compreender o significado da pirâmide metrológica, o conceito de rastreabilidade e as diferentes abordagens para o cálculo das incertezas. A metrologia do ponto de vista institucional.

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

Acquire the knowledge of metrology of ionizing radiations in its two components: dosimetry (in health care) and radionuclides (in the industrial sector). In the Health sector, understand the fundamentals of the most important primary standards. In the industrial sector, understand the radionuclides detection systems and measurement of their activity. Understand the meaning of metrological pyramid, the concept of traceability and the different approaches for calculating uncertainties. The metrology from an institutional point of view.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Dosimetria: definição das grandezas dosimétricas*
- *Qualidades de Radiação. Sua caracterização*
- *Padrões primários*
- *Câmara de cavidade*
- *Câmara livre no ar*
- *Calorímetro de água e de grafite*
- *Cálculo de incertezas*
- *Calibração de padrões secundários*
- *Metrologia dos radionuclidos: o que medir?*
- *Caracterização dos sistemas de detecção de radionuclidos*
- *Principais diferenças. Vantagens e desvantagens*
- *Factores de correcção de eficiência. Correcção de picos soma*
- *Padrões de referência. Sua importância*
- *Cálculo de incertezas*
- *As instituições nacionais e internacionais na área da metrologia*

3.3.5. Syllabus:

- *Dosimetry: definition of the dosimetric quantities*

- *Radiation Qualities and its characterization*
- *Primary standards*
- *Cavity ionization chamber*
- *Free-air ionization chamber*
- *Water and surface graphite calorimeters*
- *Uncertainties calculation*
- *Calibration of secondary standards*
- *Radionuclides metrology: what to measure?*
- *Characterization of radionuclides detection systems*
- *Main differences. Advantages and drawbacks*
- *Efficiency correction factors. Coincidence summing corrections*
- *Reference standards and its importance*
- *Uncertainties calculation*
- *National and international institutions in the field of metrology*

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular pretendem transmitir aos alunos, de forma integrada, os conceitos fundamentais da metrologia das radiações ionizantes dotando-os dos conhecimentos necessários para a sua compreensão e aplicação. A compreensão dos conceitos fundamentais associados à metrologia das radiações ionizantes, a rastreabilidade e a importância dos padrões primários, a manutenção dos padrões secundários, os materiais ou padrões de referência e a avaliação de incertezas é fundamental para a fiabilidade das medições.

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

The syllabus of this course intends, by using an integrated approach, to teach the students the basic concepts of the metrology of ionizing radiations and provide them with the basic skills for their understanding and application. The understanding of the fundamental concepts associated to the metrology of ionizing radiations, the traceability and the importance of the primary standards, the maintenance of secondary standards, the reference materials and the evaluation of uncertainty is fundamental for the reliability of the measurements.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será realizado através de aulas teóricas, complementadas por aulas práticas de laboratório, permitindo aos alunos aplicar os conceitos apreendidos.

A avaliação será efectuada através de um teste escrito (60%) e apreciação de um relatório sobre um trabalho experimental (40%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching will be conducted through theoretical lectures, complemented by laboratory practical sessions, allowing students to apply the concepts learned.

The evaluation will be done through a written test (60%) and the appreciation of a report on an experimental work (40%).

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

A metodologia de ensino utilizada consiste na leccionação teórica dos conceitos fundamentais na área da metrologia das radiações ionizantes, complementada por aulas práticas de laboratório. As aulas práticas permitirão aos alunos aplicar os conceitos teóricos contribuindo para uma melhor compreensão e consolidação dos mesmos.

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

The used teaching methodology consists of theoretical lectures on the fundamental concepts in the field of metrology of ionizing radiation, complemented by laboratory practical classes. Practical classes will allow students to apply the theoretical concepts learned, which will contribute to their better understanding and consolidation.

3.3.9. Bibliografia principal:

- *F. H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany, (2007)*
- *W. A. Jennings, Evolution over the past century of quantities and units in radiation dosimetry, Journal of Radiological Protection, 27 (1), (2007)*
- *D. T. Burns, L. Buermann, Free-air ionization chambers, Metrologia 46 (2) (2009) S9*
- *L. Buermann, D. T. Burns, Air-kerma cavity standards, Metrologia 46 (2) (2009) S24.*
- *P. J. Allisy, D. T. Burns, P. Andreo, International framework of traceability for radiation dosimetry quantities, Metrologia 46 (2) (2009) S1*

Mapa IV - Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes / Risk and Safety in Applications of I.R.**3.3.1. Unidade curricular:**

Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes / Risk and Safety in Applications of I.R.

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

Nuno Pessoa Barradas (42 h)

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

Ana Rita Ramos Wahl (21 h)

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

Esta unidade curricular centra-se no estudo de riscos radiológicos e nucleares e aspetos de segurança relacionados com as aplicações das radiações ionizantes, em particular em instalações nucleares e radiológicas; associados ao transporte de fontes e materiais radioativos; e na operação de fontes de radiação em aplicações médicas e industriais das radiações ionizantes.

A unidade curricular visa levar os alunos a compreender o conceito de risco, incluindo a sua perceção, avaliação e comunicação, os princípios de defesa em profundidade, redundância, e cultura de segurança. Através da análise de estudos de caso os alunos irão adquirir competências na aplicação dos conceitos à análise de riscos e segurança em diversos tipos de instalações nucleares, médicas e industriais, no transporte de materiais radioativos e nucleares, no desenvolvimento do Programa de Proteção Radiológica e Plano de Emergência dessas instalações, e ainda os princípios básicos da avaliação probabilística de segurança.

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

This curricular unit is centred on the study of radiological and nuclear risks, and safety aspects related to the applications of ionizing radiation, in particular in nuclear and radiological facilities; and in the operation of radiation sources in medical and industrial applications of ionizing radiation.

The curricular unit aims that the students understand the concept of risk, including its perception, evaluation and communication, the principles of defence in depth, redundancy, and safety culture. Through the analysis of case studies the students will acquire competences in the application of the concepts to the analysis of risk and safety in different types of nuclear, medical and industrial facilities, in the transport of nuclear and radioactive materials, in the development of the Radiological Protection Programme and Emergency Plan of those facilities, and also the basic principles of probabilistic assessment of safety.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceito de risco.*
- 2. Perceção, avaliação e comunicação de risco. Análise de casos de estudo (acidentes nucleares e radiológicos).*
- 3. Conceitos em segurança nuclear e radiológica: defesa em profundidade, redundância, cultura de segurança.*
- 4. Riscos e segurança de instalações nucleares – princípios fundamentais. Estudo de caso 1: aspetos de segurança de um reator nuclear. Estudo de caso 2: aspetos de segurança associados ao funcionamento de um ciclotrão.*
- 5. Riscos e segurança de instalações radiológicas médicas e industriais – princípios fundamentais. Estudo de caso 3: segurança radiológica em instalações de radioterapia. Estudo de caso 4: segurança radiológica em irradiadores industriais.*
- 6. Riscos e Segurança associados ao transporte de materiais radioativos e nucleares.*
- 7. Programa de Proteção Radiológica, Plano de Emergência.*
- 8. Avaliação Probabilística de Segurança – abordagem. Acontecimentos iniciais, sequências de eventos.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Concept of risk.*
- 2. Perception, assessment and communication of risk. Analysis of case studies (nuclear and radiological accidents).*
- 3. Concepts of nuclear and radiological safety: defense in depth, redundancy, safety culture.*
- 4. Fundamental principles of risks and safety of nuclear facilities. Case study 1: safety aspects of a nuclear reactor. Case study 2: safety aspects related to the operation of a cyclotron.*
- 5. Fundamental principles of risks and safety of medical and industrial radiological facilities. Case study 3: radiological safety in radiotherapy facilities. Case study 4: radiological safety in industrial irradiation facilities.*
- 6. Risks and safety associated to the transport of nuclear and radioactive materials.*
- 7. Probabilistic safety assessment - approach. Initiating events, event sequences*

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

Os conteúdos programáticos estão directamente orientados para cumprir os objectivos de aprendizagem da unidade curricular, seguindo fielmente os objectivos estabelecidos. Os conteúdos programáticos seguem ainda os padrões internacionais dos aspectos mais relevantes em risco e segurança nas aplicações das radiações ionizantes, em particular tal como definido pela Agência Internacional de Energia Atómica.

Os estudos de caso seleccionados são, dentro de cada aspecto de Riscos e Segurança nas aplicações das radiações ionizantes, os que melhor se adequam à aprendizagem efectiva dos conteúdos, e com ligação directa à realidade das instalações nucleares, médicas e industriais que os alunos irão encontrar enquanto profissionais. Um dos estudos de caso, sobre os aspetos de segurança de um reactor nuclear, não é à data aplicável em Portugal, mas é essencial aos futuros profissionais que queiram desenvolver a sua actividade em países com programas de energia nuclear. Todos os restantes estudos de caso envolvem as instalações nucleares e radiológicas mais relevantes para a actividade profissional neste campo em Portugal.

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

The syllabus is directly oriented towards the learning outcomes of the curricular unit, following directly the established goals. The syllabus follows the international standards of the most relevant aspects of risks and safety in the applications of ionizing radiations, in particular those defined by the International Atomic Energy Agency.

The case studies selected are, within each area of Risks and Safety in the applications of ionizing radiations, those best adequate to the effective learning of the syllabus contents, and with direct relation to the nuclear, medical and industrial facilities that the students will be confronted with as professionals. One of the case studies, about safety aspects of a nuclear reactor, is not to date applicable in Portugal, but it is essential to the future professionals who wish to work in countries with nuclear energy programmes. All the other case studies include the nuclear and radiological facilities most relevant to the professional activity in this field in Portugal.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de ensino envolve fundamentalmente um conjunto de horas de contacto, um outro de visita a instalações nucleares ou radiológicas, e outro de trabalho individual ou de grupo. As horas de contacto incluem aulas teóricas onde se faz a exposição dos aspetos e princípios teóricos relevantes, bem como a apresentação de ferramentas e recursos especializados, e ainda aulas teórico-práticas, onde se desenvolvem com profundidade os estudos de caso. O trabalho individual ou de grupo versa sobre a instalação que foi visitada, devendo ser um trabalho de avaliação de risco e segurança da instalação.

A avaliação baseia-se em: Trabalho de avaliação de risco e segurança de uma instalação nuclear ou radiológica (50%) exame final (50%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching process involves a set of contact hours, a set of hours for visiting nuclear facilities, and another set for individual or group work. The contact hours include theory classes where the relevant theoretical principles are exposed, as well as specialized tools and resources are presented. They also include theoretical-practical classes, where the case studies are developed in depth. The individual or group work is on the subject of the facility visited, consisting in a work of risk assessment and safety of the facility.

The evaluation is based on: Work of risk assessment and safety of a nuclear or radiological facility (50%) and final examination (50%).

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

A metodologia de ensino, para além da componente teórica indispensável, é fortemente centrada na exposição de casos de estudo onde os alunos podem ver aplicados directamente os conhecimentos teóricos adquiridos. Com a visita a uma instalação nuclear ou radiológica, e a realização de um trabalho de avaliação de risco e segurança da instalação visitada, os alunos aplicam directamente na prática os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e teórico-práticas. O exame final afere a aprendizagem da componente teórica e teórico-prática da unidade curricular.

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

The teaching methodology, which includes the indispensable theoretical component, is strongly centred on case studies where the students can learn the theoretical knowledge applied directly. With the visit to a nuclear or radiological facility, and the work on a risk and safety assessment of the facility visited, the students apply the knowledge gained in the theoretical and theoretical -practical classes in a real case. The final examination assesses the learning of the theoretical and theoretical -practical component of the curricular unit.

3.3.9. Bibliografia principal:

Fundamental Safety Principles. IAEA Safety Standards, Safety Fundamentals SF-1. Agência Internacional de Energia Atómica, 2006 Viena.

Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: Int. Basic Safety Standards. IAEA Safety Standards, General Safety Requirements Part 3 GSR Part 3. AIEA, 2014.

Safety assessment plans for authorization and inspection of radiation sources. IAEA-TECDOC-1113. AIEA, 1999.

Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities. IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide SSG-8. AIEA, 2010.

Safe Transport of Radioactive Material. Training Course Series 1. AIEA, 2006.

Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards, Safety Guide GS-

G-2.1. AIEA, 2007.

Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems, John C. Lee and Norman J. McCormick, ISBN-13: 978-0470907566, Wiley, 2011.

IAEA Safety Standards, IAEA Safety Reports, e outros relatórios da AIEA: <https://www.iaea.org/Publications/index.html>.

Mapa IV - Simulação por Métodos de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation Methods

3.3.1. Unidade curricular:

Simulação por Métodos de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation Methods

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

José Joaquim Gonçalves Marques (70 h)

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

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

Introdução à simulação do transporte de partículas utilizando métodos Monte Carlo, para o cálculo de grandezas dosimétricas e radiométricas em sistemas envolvendo aplicações das radiações ionizantes;

Utilização de simulações por métodos Monte Carlo em aplicações de proteção radiológica e dosimetria, com discussão de exemplos relevantes. Comparação com soluções analíticas de casos simples.

Familiarização com o estado da arte em programas de simulação Monte Carlo e ferramentas computacionais e bibliotecas de seções eficazes associadas.

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

Introduction to the simulation of particle transport using Monte Carlo method and its use to calculate dosimetric and radiometric parameters in systems using ionizing radiation.

Apply Monte Carlo simulations to radiological protection and dosimetry problems, with discussion of relevant examples. Comparison with analytical solutions in simple cases;

Familiarization with state-of-the-art Monte Carlo codes and cross-section libraries

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1) História da utilização dos métodos de Monte Carlo.

2) Métodos de Monte Carlo e números pseudo-aleatórios. Modelização de variáveis aleatórias contínuas. Algoritmos de amostragem. Técnicas de redução de variância. Cálculo de integrais.

3) Simulação do transporte de fótons, neutrões, eletrões e prótons.

4) Dosimetria computacional. Modelação de sistemas associados a aplicações médicas e industriais de radiações ionizantes.

5) Cálculos dosimétricos e radiométricos em aplicações médicas e industriais de aceleradores de partículas, feixes de radiação, fontes e materiais radioativos.

6) Dimensionamento de barreiras e blindagens contra radiações.

3.3.5. Syllabus:

1) History of Monte Carlo methods and their use.

2) Monte Carlo methods and pseudo-random numbers. Modeling of continuous random variables. Sampling methods. Variance reduction techniques. Calculation of integrals.

3) Simulation of transport of photons, neutrons, electrons and protons.

4) Computational dosimetry. Modeling of medical and industrial systems using ionizing radiation.

5) Dosimetric and radiometric calculations in medical and industrial applications of particle accelerators, radiation beams, radioactive sources and materials.

6) Dimensioning radiation barriers and shielding.

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

Os conteúdos programáticos estão directamente orientados para cumprir os objectivos de aprendizagem da unidade curricular, seguindo fielmente os objectivos estabelecidos.

O estudo de casos seleccionados são, dentro de cada aspecto os que melhor se adequam à aprendizagem efectiva dos conteúdos, e com ligação directa à realidade das instalações médicas e industriais que os alunos irão encontrar enquanto profissionais.

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

The syllabus is directly oriented towards the learning outcomes of the curricular unit, following directly the established goals.

The case studies selected are those best adequate to the effective learning of the syllabus contents, and with direct relation to the medical and industrial facilities that the students will be confronted with as professionals.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de ensino envolve fundamentalmente um conjunto de horas de contacto e outro de trabalho individual ou em grupo. As horas de contacto incluem aulas teóricas onde se faz a exposição dos aspetos e princípios teóricos relevantes e ainda aulas teórico-práticas, onde os conceitos teóricos são aplicados e testados em exemplos específicos de instalações industriais e médicas envolvendo especificação de geometria, materiais, termo fonte de radiação e tipo de interações, requerendo tipicamente o cálculo de fluxos de partículas e de doses de radiação.

A avaliação é efetuada através de exame final que toma em conta as aulas teóricas e as teórico-práticas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching process involves a set of contact hours and another set for individual or group work. The contact hours include lectures where the relevant concepts are exposed, as well practical classes where theory is applied and tested on specific cases related to medical and industrial facilities requiring specification of geometry, materials, source term and type of interactions and requiring typically the calculation of particle flux and radiation dose.

The evaluation is based on a final exam, taking into account the lecture material and the practical classes.

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

A metodologia de ensino, para além da componente teórica indispensável, é fortemente centrada na exposição de casos de estudo onde os alunos podem ver aplicados diretamente os conhecimentos teóricos adquiridos. O exame final afere a aprendizagem da componente teórica e teórico-prática da unidade curricular.

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

The teaching methodology, which includes the essential theory component, is strongly centred on case studies where the students can see the concepts applied directly. The final examination assesses the learning of the theory and practical component of the curricular unit.

3.3.9. Bibliografia principal:

A. Haghghat, Monte Carlo Methods for Particle Transport, CRC Press (2015), ISBN 978-1466592537.

W.L. Dunn, J.K. Shultis, Exploring Monte Carlo Methods, Academic Press (2012), ISBN 978-0444515759.

Mapa IV - Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação / Systems and Techniques of Radiation Detection**3.3.1. Unidade curricular:**

Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação / Systems and Techniques of Radiation Detection

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

Nuno Rombert Pinhão (45 h)

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

Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves (25 h)

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

Compreender os fundamentos físicos ou químicos dos métodos e sistemas de deteção da radiação usados em proteção e segurança radiológica. Compreender o tratamento dos sinais eléctricos resultantes. Dominar os princípios de aquisição de dados, estatística e controlo de equipamento. Ser capaz de instalar esses sistemas de deteção, proceder ao ajuste dos sinais eléctricos, realizar medidas e determinar da sua fiabilidade. Ser capaz de identificar problemas de funcionamento, a sua despiagem e propor medidas correctivas.

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

To understand the physical and chemical bases of the methods and radiation detection systems used in radiation

protection and safety. Understand the treatment of electric signals. To be proficient on the principles of data acquisition, statistics and equipment control. To be able to install those detection systems, proceed to the adjustment of electric signals, make measurements and evaluate their reliability. To be able to identify malfunctioning conditions, to trace the problems and to propose corrective measures

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Estatísticas de contagem. Incertezas e a sua propagação. Limites de deteção. Distribuição de intervalos de contagem.

Tratamento de sinal e propriedades de detetores de radiação: Transdutores. Tratamento de sinal. Ruído. Resolução temporal. Modelo de detetor. Resolução em energia. Eficiência. Tempo morto. Analisadores mono- e multi-canal. Contagem de impulso. Medida de amplitude. Tratamento digital.

Detetores simples: Detetores de traço. Filme fotográfico. Detetor de Fricke.

Detetores gasosos: Princípios. Câmaras de ionização. Detetores proporcionais. Regime Geiger. Aplicações.

Detetores de cintilação: Princípios. Cintiladores orgânicos. Cintiladores inorgânicos. Deteção de luz. Aplicações.

Foto-multiplicadores e foto-díodos

Espetroscopia com cintiladores

Detetores de diodo: Aplicações

Detetores de germânio: Princípios. Resolução. Aplicações em espectroscopia gama.

Deteção de neutrões: Deteção de neutrões lentos. Deteção de neutrões rápidos

Outros detetores

3.3.5. Syllabus:

- *Introduction: Counting statistics. Uncertainties and propagation. Detection limits. Distribution of counting intervals.*
- *Treatment of signals and properties of radiation detectors: Transducers. Treatment of signals. Noise. Temporal resolution. Model of a detector. Energy resolution. Efficiency. Dead time. Mono- and multi-channel analyzers. Counting of impulses. Measurement of amplitude. Digital signal treatment.*
- *Simple detectors: Trace detectors. Photographic film. Fricke detector.*
- *Gaseous detectors: Principles. Ionization chambers. Proportional detectors. Geiger regime. Applications.*
- *Scintillation detectors: Principles. Organic scintillators. Inorganic scintillators. Light detection. Applications.*
- *Photo-multipliers and photo-diodes*
- *Spectroscopy with scintillators*
- *Diode detectors: Applications.*
- *Germanium detectors: Principles. Resolution. Applications in gamma spectroscopy.*
- *Neutron detection: Slow neutron detection. Detection of fast neutrons.*
- *Other detectors*

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

O programa inicia-se pelo estudo das características fundamentais da medição de grandezas, evidenciando a sua natureza estatística, os limites da informação obtida nessas medições, em função do método usado, e o seu grau de confiança. Este estudo fornece ao aluno os conhecimentos necessários para saber interpretar os resultados das medições de detetores nucleares, conhecendo os seus limites. Em seguida analisam-se as características gerais dos transdutores, a sua resposta temporal ou em energia e o subsequente tratamento dos sinais eléctricos. Estes conhecimentos permitem ao aluno entender como é transformada, tratada e armazenada a informação proveniente da radiação que se pretende analisar. Em seguida são estudados os diferentes tipos de técnicas de deteção e detetores nucleares que irão encontrar na sua vida profissional. Será dada ênfase aos princípios físicos ou químicos do seu funcionamento, características, limitações e aplicações. Este estudo será acompanhado do contacto com esses detetores, incluindo a sua instalação, calibração, realização de medidas e tratamento dos resultados. Pretende-se que o aluno fique apto a seleccionar, instalar, calibrar e operar os tipos de detetor adequados aos problemas de proteção e segurança radiológica que encontrará. Por fim serão estudadas situações de funcionamento deficiente dos sistemas de medida por forma a treinar a capacidade de identificação de avarias, identificar os erros introduzidos nos resultados derivados do funcionamento deficiente e executar as medidas correctoras necessárias. Espera-se com este programa, de natureza simultaneamente teórica e prática, fornecer os conhecimentos necessários e experiência de operação de detetores de radiação.

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

The program begins with the study of the fundamental characteristics of the measured variables, showing their statistical nature, the limits of the information obtained in these measurements, depending on the method used, and the degree of confidence. This study provides the student with the knowledge to know how to interpret the results of nuclear detectors measurements, knowing their limits. The program continues analysing the general characteristics of transducers, the temporal response or energy and subsequent treatment of the electrical signals. This knowledge allows the student to understand how the information from the radiation analysed is processed, treated and stored. Then the different types of detection techniques and nuclear detectors that the student will find in his professional life are studied. Emphasis will be given to the physical or chemical principles of its operation, features, limitations and applications. This study will be accompanied by contact with these detectors, including installation, calibration, measurement and treatment of results. It is intended that the student becomes able to select, install, calibrate and

operate the detector types appropriate to the protection problems and radiation safety he will find. Finally, the students will study malfunction situations of the measurement systems in order to train his fault finding capacity, identify errors introduced in the results due to the malfunction and perform the necessary corrective measures. It is hoped that this program, both theoretical and practical, provides the necessary knowledge and operating experience of radiation detectors.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A formação teórica será acompanhada por trabalhos de laboratório onde os alunos, em equipas de 2-3 alunos, contactarão com os sistemas de deteção e treinarão a sua utilização prática. As aulas teóricas serão acompanhadas de folhas de questionário e problemas de resposta obrigatória por forma a trabalhar os conhecimentos transmitidos e avaliar a sua compreensão. Os alunos terão igualmente de elaborar uma monografia a partir de artigos científicos e outros textos aprofundando a história, funcionamento, características e aplicações de uma dada técnica de deteção. Essa monografia será apresentada e discutida em seminários.

A avaliação será ponderada com base nos resultados de um exame final (30 % de peso na classificação final), de uma nota atribuída aos resultados das folhas de problemas (10%), aos relatórios dos trabalhos de laboratório (30 %) e da monografia, sua apresentação e discussão realizada no seminário (30 %).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures will be accompanied by laboratory work where the students, in team of 2-3 students, will contact with different detection systems and will train their use. Every lecture will be accompanied with a mandatory questionnaire and problems in order to consolidate and gauge the apprehension of the subjects. The students will prepare a monograph, based on scientific articles and other texts, focusing the story, functioning, characteristics and applications of a given detection technique. This monograph will be presented and discussed in seminar sessions. The evaluation will be compound from the results of a final exam (with 30% weight), the overall classification of the questionnaires and problems (10%), the laboratory reports (30%) and the monograph, her presentation and discussion in the seminar session.

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

As metodologias de ensino escolhidas procuram conjugar de forma equilibrada três vertentes: a aquisição dos fundamentos teóricos sobre os métodos e um espectro largo de equipamentos nucleares; o contacto com os equipamentos, treino na sua operação, realização de medidas, interpretação de resultados e identificação de situações de mau funcionamento e, a capacidade de, de forma autónoma, encontrar e selecionar as informações de natureza técnico-científica que o aluno venha a precisar na sua vida profissional, nomeadamente em presença de novos métodos, equipamentos ou detetores que venham a ser desenvolvidos. Esta conjugação de abordagens responde aos objectivos delineados para esta unidade curricular.

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

The chosen teaching methods seek to combine in a balanced manner three components: the acquisition of the theoretical foundations of the methods and a wide range of nuclear equipments; contact with that equipment, training its operation, output measures, interpretation of results and identification of malfunction situations and; the ability to autonomously find and select the information of technical and scientific nature that the student will need in their professional lives, particularly in the presence of new methods, equipment or detectors that may be developed. This combination of approaches to meet the objectives outlined for this course.

3.3.9. Bibliografia principal:

Knoll - Radiation Detection and Measurement.

Syed Ahmed - Physics & Engineering of Radiation Detection (2015, Elsevier)

Gupta - Radiation, Ionization, and Detection in Nuclear Medicine (2013, Springer)

Fabio Sauli - Gaseous Radiation Detectors, Fundamentals and Applications, 2014, Cambridge Monograph

Lutz - Semiconductor Radiation Detectors (2001, Springer)

Salah Awadalla - Solid-state Radiation Detectors (2015, CRC Press)

Mapa IV - Estatística Ambiental / Environmental Statistics

3.3.1. Unidade curricular:

Estatística Ambiental / Environmental Statistics

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

António Jorge Gonçalves de Sousa (48 h)

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

Fernando de Oliveira Durão (15 h)

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

Com esta disciplina o aluno obterá capacidades para cartografar a dispersão espacial e temporal, e a correspondente incerteza, de grandezas físicas ligadas aos fenómenos espaciais, nomeadamente os relacionados com os recursos naturais e ambientais.

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

With this course, the student will get the skills for mapping the space time dispersion and corresponding uncertainty of spatial processes related with the natural and environmental resources.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Os Modelos nas Ciências da Terra. Modelos de Recursos Naturais no Quadro do Formalismo Probabilístico; Métodos de análise factorial multivariada; Análise em Componentes Principais (ACP); Análise Factorial de Correspondências (AFC); Métodos de classificação; Modelos Geoestatísticos. Função Aleatória Estacionária. Análise da Continuidade Espacial de Recursos Naturais. Variograma e Covariância Espacial. Estimacão Geoestatística. O Estimador de Krigagem; Séries Temporais; Métodos de regressão; Formalismo de Fourier; Modelos espacio-temporais; Aplicações da Estatística Espacial às Ciências do Ambiente.

3.3.5. Syllabus:

Models in Earth Sciences; Models of natural resources within a probabilistic framework; Multivariate Factorial Methods; Principal Components Analysis (PCA); Factorial Correspondence Analysis (FCA); Classification methods; Geostatistical Modelling; Stationary Random Function; Spatial continuity analysis of natural resources; Variogram models; Geostatistical estimation; Kriging; Time series; regression methods; Fourier analysis; Space-time models; Applications of spatial statistics to environmental sciences

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

Os principais conceitos da análise espacial de dados são introduzidos nesta unidade curricular. Aborda-se as implicações da correlação espacial das variáveis nos métodos de análise de dados e estimacão espacial. Os conteúdos programáticos visam a compreensão dos princípios e métodos da análise de dados espaciais, procurando sempre estimular a análise crítica dos problemas existentes.

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

The main concepts of spatial data analysis are introduced in this course. The implications of variables with spatial correlations on the data analysis and spatial estimation methods are introduced. The programmatic contents aim a good understanding of the spatial analysis principles and methods, always trying to stimulate a critical analysis of the existing problems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas essencialmente expositivas com recurso eventual a meios de projecção.
Aulas laboratoriais em computador para ilustrar os conceitos introduzidos nas aulas teóricas.
Exame final (40%)e relatório de um projecto executado durante o semestre (60%).*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures for theory explanation with possible use of projection equipment.
Computer lab session to illustrate introduced theoretical concepts.
Final written exam (40%) and report of a project developed during the semester.*

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

Esta unidade curricular prevê aulas de dois tipos: (i) exposição teórica dos conceitos e solução de problemas por parte dos alunos; (ii) componente laboratorial usando computador, permitindo uma boa compreensão dos conceitos. Considera-se assim que o tipo de aulas previsto e o esquema de avaliação proposto são adequados para assegurar a aprendizagem, compreensão e maturação destas matérias.

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

Lectures are organized into two components: (i) presentation of the spatial data analysis concepts (ii) a computer lab

session allowing a good understanding of the spatial data analysis methods.

It is thus considered that the proposed type of lectures and evaluation ensure the learning, acquaintance and maturation of these subjects.

3.3.9. Bibliografia principal:

- *Análise de Dados Para o Tratamento de Quadros Multidimensionais. H. Garcia Pereira, A. J. Sousa (2005). On line (<http://biomonitor.ist.utl.pt/~ajsousa/AnalDadosTratQuadMult.html>)*
- *Geostatística para as Ciências da Terra e do Ambiente: Soares A. 2006 IST Press.*
- *An Introduction to Applied Geostatistics: Isaaks E., Srivastava M. 1989 Oxford University Press. New York.*
- *Geostatistics for Natural Resources Evaluation: Goovaerts P. 1997 Oxford University Press. New York.*

Mapa IV - Projecto em Proteção e Segurança Radiológica / Project in Radiation Protection and Safety

3.3.1. Unidade curricular:

Projecto em Proteção e Segurança Radiológica / Project in Radiation Protection and Safety

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (Coordenador do curso / Course coordinator (IST)) (28 h)

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

Outros docentes do Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica e especialistas em tópicos de Proteção e Segurança Radiológica (42 h).

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

- *Desenvolver a capacidade de integrar os conhecimentos, capacidades e competências adquiridas durante o ciclo de estudos, na análise e resolução de um problema específico na área da Proteção e Segurança Radiológica.*
- *Preparação do tema e planificação do trabalho a desenvolver para a dissertação de Mestrado a realizar no semestre seguinte.*

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

- *Development of the students' capacity to integrate the knowledge, skills and competences acquired during the study programme in the analysis and solution of a specific problem in Radiation Protection and Safety*
- *Preparation of the topic and work planning leading to the Master thesis dissertation to be undertaken the next semester.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

No início do semestre serão propostos tópicos para projectos (trabalhos de índole experimental, laboratorial ou operacional) a serem efetuados no 2º semestre do 2º ano do ciclo de estudos) conducentes a dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica, suportados por uma sucinta descrição. Depois de lhe ser assignado um tópico/projeto, cada estudante:

- *Desenvolverá uma análise e um estudo aprofundado do tópico proposto e das problemáticas associadas, obtendo e compilando informação de fontes bibliográficas;*
- *Efectuará uma revisão do estado-da-arte do(s) tópico(s) em questão;*
- *Redigirá uma monografia (cerca de 20-30 páginas, máximo) sobre o(s) tópico(s) em questão;*
- *Efectuará no final do semestre, um seminário público sobre o tópico em questão.*

O desenvolvimento do Projeto será apoiado pela equipa da UC, e por mentores/orientadores exteriores, especialistas nos tópicos propostos.

3.3.5. Syllabus:

At the beginning of the semester, a set of topics for projects (experimental, laboratory or operational works to be undertaken during the 2nd semester of the 2nd year of the study programme) leading to the Master thesis dissertations in Radiation Protection and Safety, will be presented to students, with a succinct description. Each student will be assigned a topic/project. Afterwards, each student will:

- *Develop a in-depth analysis and study of the proposed topic and the associated issues, gathering information from bibliographic references;*
- *Perform a state-of-the-art analysis for the underlying topic(s);*
- *Draft a monograph (20-30 pages maximum) on the topic(s);*
- *Perform, at the end of the semester, a public seminar on the topic(s).*

The development of the Project will be supported by the Curricular Unit team and by external mentors/supervisors, experts in the proposed topics.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta Unidade Curricular permitirá aos alunos começarem a preparar a sua Dissertação de Mestrado um semestre antes de começarem o trabalho prático (experimental, laboratorial ou operacional) propriamente dito, efectuando uma pesquisa da literatura, um estudo e análise do estado da arte do(s) tema(s) a abordar e estruturando o Plano de Actividades para o semestre seguinte.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This Curricular Unit will allow students to start preparing their Master thesis dissertation one semester before they will start the experimental or practical work (experimental, laboratorial, operational), performing a bibliographic research, studying and analysing the state-of-the-art of the topic(s) to address and structuring the Work Plan for the following semester.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *Aulas teóricas sobre tópicos de relevância para o projeto de Proteção e Segurança Radiológica;*
- *Seminários por membros do Corpo Docente e por especialistas;*
- *Orientação tutorial, por membros do Corpo Docente e por especialistas que supervisionarão os trabalhos conducentes à dissertação de Mestrado;*
- *Pesquisa bibliográfica;*
- *Seminário a efetuar por cada estudante sobre os tópicos e problemáticas a abordar na Tese e no trabalho de Mestrado a efetuar no semestre seguinte;*
- *Participação obrigatória nos seminários correspondentes efetuados pelos colegas, permitindo a cada aluno aprofundar os seus conhecimentos em outras áreas do conhecimento e da Proteção e Segurança Radiológica.*

A avaliação será efetuada com base no relatório contendo a monografia e na apresentação pública (seminário) a efetuar pelos alunos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

- *Theoretical lectures on topics of relevance for the project in Radiation Protection and Safety;*
- *Seminars delivered by teaching staff members and by experts;*
- *Tutorial guidance, by teaching staff members and by experts that will supervise the work leading to the Master thesis dissertation;*
- *Bibliographic research;*
- *Seminar to be delivered by each student on the topics and issues to be addressed in the Master thesis dissertation and work to be undertaken the next semester;*
- *Mandatory participation of each student in the seminars of the colleagues, allowing them to strengthen their knowledge on other areas of Radiation Protection and Safety.*

The assessment will be performed on the basis of the monography report and of the public presentation (seminar) delivered by each student.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Durante esta Unidade Curricular os alunos terão de fazer um relatório que incluirá obrigatoriamente:

- *A introdução ao(s) tema(s)/tópico(s), com a justificação da relevância do trabalho de Tese de Mestrado a efetuar*
- *A descrição do enquadramento do(s) tema(s)/tópico(s), envolvendo pesquisa bibliográfica e avaliação do estado da arte correspondente;*
- *A listagem dos objectivos a alcançar com o trabalho a efetuar;*
- *A análise dos principais conceitos, métodos e metodologias a serem utilizados no trabalho de Tese;*
- *A elaboração do Plano de Actividades para o trabalho de Tese, com a calendarização das metas e dos objectivos parcelares.*

A elaboração do relatório e a preparação do seminário permitirá aos alunos começarem a preparar o trabalho de dissertação de Tese de Mestrado um semestre antes de começarem o trabalho prático (experimental, laboratorial ou operacional) propriamente dito.

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

During this Curricular Unit students will draft a report that will mandatory include:

- *The introduction to the topic(s)/subject(s), with the justification of the relevance of the Master Thesis work to be performed;*
- *The description of the framework, involving bibliographic research and assessment of the corresponding state-of-the-art for the topic(s)/subject(s);*

- *The list of the objectives to be attained with the work to be performed;*
- *The analysis of the main concepts, methods and methodologies to be used during the Thesis work;*
- *The preparation of a Work Plan for the Thesis work, with a schedule of milestones and intermediate objectives.*

The report drafting and the preparation of the seminar will allow students to start preparing the Master thesis dissertation work one semester ahead of the practical (experimental, laboratory or operational) work.

3.3.9. Bibliografia principal:

A bibliografia é específica do tema de trabalho de cada aluno / The bibliography will depend on the topic chosen by the students.

Mapa IV - Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica / Master's dissertation in RPS

3.3.1. Unidade curricular:

Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica / Master's dissertation in RPS

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz (Coordenador do curso / Course coordinator (IST))

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

Docentes do IST, IPOLFG, FMUL, HSM / Teaching staff from IST, IPOLFG, FMUL, HSM

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

A Dissertação de natureza científica tem por objetivo fomentar a capacidade de iniciativa e de autonomia na pesquisa e na aplicação dos saberes adquiridos, decisão e organização de trabalho por parte do estudante. Pretende-se que os estudantes desenvolvam uma dissertação integrando componentes de investigação fundamental ou aplicada ou de inovação, demonstrando uma correta perceção dos aspetos operacionais e práticos associados à Proteção e Segurança Radiológica em ambiente hospitalar, industrial ou de investigação, entre outros.

Pretende-se adicionalmente que os estudantes contactem com tópicos de Proteção e Segurança Radiológica e sua implementação em meio hospitalar, industrial, empresarial, de investigação, etc. e compreendam a interação e relação entre os aspetos de índole científica, tecnológica, técnica, sócio-económica, jurídica e legislativa associados.

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

A scientific dissertation aims at promoting the initiative, research autonomy and application of acquired knowledge, decision and organization of work by students. It is intended that students develop a dissertation integrating components of fundamental or applied research or innovation providing evidence of a correct perception of the operational and practical aspects of Radiological Protection and Safety in hospitals, industries or in research environment, among others.

In addition, it is aimed that students get acquainted with Radiation Protection and Safety topics and their implementation in hospitals, industries, companies, research institutions, etc. and understand the interaction and relation between the associated scientific, technological, technical, socio-economic and legal aspects.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O tema da dissertação de cada estudante será escolhido pessoalmente com base em propostas lançadas pelos docentes do IST, do IPOLFG, do HSM e da FMUL ou por especialistas no meio hospitalar, industrial, empresarial ou de investigação que aceitem colaborar com o Mestrado e co-orientar estudantes.

As propostas deverão ser discutidas com o coordenador do Mestrado e o restante Corpo Docente do Mestrado.

3.3.5. Syllabus:

The student dissertation subject will be chosen based on proposals by teaching staff members of IST, IPOLFG, HSM and FMUL or by experts in hospitals, industries, companies and research centers who accept to collaborate with the Master's Course and to co-supervise students.

The proposals must be discussed with the Master's Course coordinator and the remaining teaching staff.

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

Depende do tema/tópico escolhido.

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

Depends on the chosen theme/topic.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos realizam trabalho essencialmente autónomo, que será acompanhado pelo(s) orientador(es). A avaliação será realizada através de uma apresentação e discussão pública por um Júri nomeado ao abrigo da legislação em vigor.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The students perform essentially autonomous work, which will be accompanied by the supervisor(s). The evaluation will take place through public presentation and discussion by an jury nominated according to the legislation in force.

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

Depende do tema/tópico escolhido.

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

Depends on the chosen theme/topic.

3.3.9. Bibliografia principal:

Bibliografia sugerida pelo(s) orientador(es) de Mestrado, a que acresce a obtida pelos alunos em pesquisa específica para o tema da dissertação.

Bibliography suggested by the supervisor(s), plus that obtained by the students in their specific search for the dissertation theme.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa V - José Pedro Miragaia Trancoso Vaz

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

José Pedro Miragaia Trancoso Vaz

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil

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

Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - António Nazareth Falcão

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

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

Mapa V - Leonilde de Fátima Morais Moreira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Leonilde de Fátima Morais Moreira

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Lídia dos Santos Ferreira

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

Lídia dos Santos Ferreira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - António Manuel Rocha Paulo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

António Manuel Rocha Paulo

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - João Paulo Costeira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Paulo Costeira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Nuno Pessoa Barradas

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

Nuno Pessoa Barradas

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Joaquim Gonçalves Marques

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

José Joaquim Gonçalves Marques

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - António Jorge Gonçalves de Sousa

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

António Jorge Gonçalves de Sousa

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Isabel Maria de Sá Correia Leite de Almeida****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Isabel Maria de Sá Correia Leite de Almeida***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Maria José Bação Madruga****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria José Bação Madruga***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Jorge Humberto Gomes Leitão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Jorge Humberto Gomes Leitão***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente*

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Nuno Gonçalo Pereira Mira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Nuno Gonçalo Pereira Mira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Patrícia Serrano Gonçalves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Patrícia Serrano Gonçalves

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Fernanda Marujo Marques**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Fernanda Marujo Marques

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Isabel Garrido Prudêncio**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Isabel Garrido Prudêncio

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Paula Maria Mimo Carreira Paquete**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Paula Maria Mimo Carreira Paquete

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

<sem resposta>

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - João Carlos Bentes Waerenborgh

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Carlos Bentes Waerenborgh

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

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

Mapa V - Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Fernando de Oliveira Durão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fernando de Oliveira Durão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

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

Mapa V - Nuno Rombert Pinhão

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Carlos Manuel Azevedo de Sousa Oliveira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Manuel Azevedo de Sousa Oliveira

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
30

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

Mapa V - Gabriel António Amaro Monteiro

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

Gabriel António Amaro Monteiro

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Alberto Gil Corisco**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Alberto Gil Corisco

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Isabel Flausino de Paiva**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Isabel Flausino de Paiva***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Mário João Capucho dos Reis****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Mário João Capucho dos Reis***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Maria Guilhermina Pacheco Cantinho Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Guilhermina Pacheco Cantinho Lopes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):***Faculdade de Medicina***4.1.1.4. Categoria:***Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***30*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Fernando Manuel Godinho Rodrigues**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Fernando Manuel Godinho Rodrigues

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

Universidade de Lisboa

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

Faculdade de Medicina

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Joaquim Marques Venâncio**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Joaquim Marques Venâncio

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

Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil

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

Serviço de Radiologia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Esmeralda Ramos Poli**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Esmeralda Ramos Poli

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

Hospital Santa Maria

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

Serviço de Radioterapia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

30

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Joaquim Carrasqueiro Marçalo de Almeida**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Joaquim Carrasqueiro Marçalo de Almeida

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Rita Lopes Ramos Wahl**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ana Rita Lopes Ramos Wahl

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Mónica Duarte Oliveira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Mónica Duarte Oliveira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro

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

<sem resposta>

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Helena Pena

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Assistente convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
30

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

Mapa V - Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Maria Isabel Marques Dias

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Isabel Marques Dias

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

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

Mapa V - Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Pedro Manuel Peixoto Teles

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Manuel Peixoto Teles

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

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

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

Mapa V - Jorge Salvador Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*Jorge Salvador Marques***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Patrícia Margarida Piedade Figueiredo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Patrícia Margarida Piedade Figueiredo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação / Information
José Pedro Miragaia Trancoso Vaz	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil	Doutor	Biologia na especialidade de Genética	100	Ficha submetida
António Nazareth Falcão	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Leonilde de Fátima Morais Moreira	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Lídia dos Santos Ferreira	Doutor	Física	100	Ficha submetida
António Manuel Rocha Paulo	Doutor	Química	100	Ficha submetida
João Paulo Costeira	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Nuno Pessoa Barradas	Doutor	Física	100	Ficha submetida
José Joaquim Gonçalves Marques	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida

António Jorge Gonçalves de Sousa	Doutor	Engenharia de Minas	100	Ficha submetida
Isabel Maria de Sá Correia Leite de Almeida	Doutor	Eng ^a Química (Biotecnologia/Ciências Biológicas) (Chemical Engineering (Biotechnology/Biological Sciences)	100	Ficha submetida
Maria José Bação Madruga	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Jorge Humberto Gomes Leitão	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Nuno Gonçalo Pereira Mira	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Patrícia Serrano Gonçalves	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Fernanda Marujo Marques	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Maria Isabel Garrido Prudêncio	Doutor	Geologia, na especialidade de Mineralogia e Petrologia	100	Ficha submetida
Paula Maria Mimo Carreira Paquete	Doutor	Geociências, especialidade de Hidrogeologia	100	Ficha submetida
João Carlos Bentes Waerenborgh	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Fernando de Oliveira Durão	Doutor	Mining Engineering	100	Ficha submetida
Nuno Rombert Pinhão	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Azevedo de Sousa Oliveira	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Gabriel António Amaro Monteiro	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
José Alberto Gil Corisco	Licenciado	Biologia (ramo científico)	100	Ficha submetida
Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Maria Isabel Flausino de Paiva	Doutor	Chemical Engineering/Radwaste Treatment Technologies	100	Ficha submetida
Mário João Capucho dos Reis	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Guilhermina Pacheco Cantinho Lopes	Mestre	Medicina	30	Ficha submetida
Fernando Manuel Godinho Rodrigues	Doutor	Biofísica	30	Ficha submetida
José Joaquim Marques Venâncio	Licenciado	Saúde-Radiologia	30	Ficha submetida
Maria Esmeralda Ramos Poli	Doutor	Física médica (trabalho desenvolvido com bolsa CAPES na McGill University Health Centre	30	Ficha submetida
Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Joaquim Carrasqueiro Marçalo de Almeida	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Ana Rita Lopes Ramos Wahl	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Mónica Duarte Oliveira	Doutor	Operational Research	100	Ficha submetida
Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro	Doutor	Biologia (Fisiologia e Bioquímica)	100	Ficha submetida
Helena Pena	Licenciado	Medicina	30	Ficha submetida
Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Maria Isabel Marques Dias	Doutor	Geologia Económica e do Ambiente	100	Ficha submetida
Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas	Doutor	Biotecnologia / Biotechnology	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Peixoto Teles	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Jorge Salvador Marques	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Patrícia Margarida Piedade Figueiredo	Doutor	Neuroimagemologia	100	Ficha submetida

(46 Items)

4040

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / Full time teachers:	38	94.1

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	38.5	95.3

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	38.5	95.3
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	1.9	4.7

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	38	94.1
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização:
O Corpo Docente do Mestrado é constituído por Professores e Investigadores do IST e por especialistas (médicos e físicos médicos) de hospitais.

O IST realiza regularmente avaliação dos Professores, de acordo com as regras em vigor, levando em conta o trabalho desenvolvido a nível pedagógico, científico, de gestão universitária e de ligação à sociedade. A avaliação científica do

peçoal docente está centrada na produção de artigos em revistas internacionais com arbitragem científica e na sua capacidade de liderar e orientar projetos de investigação, ao passo que a avaliação pedagógica se baseia no retorno dos alunos, na produção de material de apoio à leção, e na capacidade de orientar teses de mestrado e doutoramento.

A avaliação do desempenho dos Professores pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho Reitoral nº 4576/2010, DR 2ª Série, nº 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e nos períodos estipulados por Lei. Paralelamente, a avaliação das atividades pedagógicas é feita recorrendo ao Sistema de Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares. Este sistema baseia-se na realização de inquéritos pedagógicos aos alunos, na avaliação por parte de coordenadores e delegados de curso, na realização de auditorias de qualidade e na elaboração de códigos de boas práticas.

A avaliação dos Investigadores, é efectuada segundo o estipulado no Estatuto da Carreira de Investigação Científica (ECIC publicado no Decreto-Lei nº 124/99 de 20 de Abril). Tal avaliação baseia-se na apresentação pelos investigadores de relatórios trienais detalhando:

- A produtividade científica, mensurável em termos do número de artigos publicados em revistas internacionais com "peer reviewing", em contribuições a Conferências, na participação em projetos de investigação científica, nacionais e internacionais, etc.;*
 - Orientações de estudantes de Doutoramento e Mestrado;*
 - Atividades de prestação de serviço à comunidade e apoio ao Estado Português em organismos internacionais;*
 - A operacionalização e disponibilização de equipamentos e infraestruturas;*
 - A participação em ações de formação, educação e treino;*
 - Colaborações docentes com outros estabelecimentos do Ensino Superior;*
 - O registo de patentes,*
- entre outros indicadores. Os relatórios trienais são submetidos ao Conselho Científico do IST que solicita a 2 especialistas que elaborem "Parecer" sobre as atividades descritas e formulem, se aplicável, recomendações.*

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The Master Course faculty is a mix of Professors and Researchers of IST, with the collaboration of a few experts (medical doctors, medical physicists) from hospitals.

IST regularly undertakes the performance assessment of its Professors, according to the rules in force, taking into account their work at the pedagogical and scientific level, as well as activities related to School management and connection to the society. The Professors' scientific evaluation is focused on their scientific production in international peer-reviewed journals and on their ability to lead or participate in research projects, while pedagogical evaluation is based on the feedback from the students, on the production of classes support material and on the capacity to supervise Master and PhD students .

Performance assessment of IST Professors relies on the multicriterion system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. In parallel, the teaching activities evaluation is performed using the Quality Guarantee System of the curricular units. This system is based on pedagogic surveys to the students, on the performance evaluation implemented by the course coordinators and delegates and on quality audits and elaboration of good practice codes.

The performance assessment of the IST Researchers is performed according to the "Estatuto da Carreira de Investigação Científica" (ECIC, published in Decree-Law nr. 124/99 of 20th April). The assessment is based on triennial reports established by each Researcher detailing:

- The scientific production, in terms of the number of articles published in international journals with peer reviewing and/ or in Conference Proceedings, of the leadership or participation in scientific research projects, national and international, etc.*
 - The supervision of PhD and Master thesis students;*
 - The technical services provided to the community;*
 - The operation and availability of equipment and infrastructures;*
 - The participation in education and training initiatives and courses;*
 - The teaching activities in Higher Education institutions;*
 - The registered patents,*
- amongst other indicators. The triennial reports of the Researchers are submitted to the Scientific Council of IST that nominates two experts to perform the assessment of the reports, establishing an opinion ("Parecer") and, if appropriate, formulate recommendations.*

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

O funcionamento do Curso de Mestrado contará com o apoio de secretariado do Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (DECN) do IST, bem como do pessoal (técnicos) de apoio aos laboratórios onde decorrerá a leção das Unidades Curriculares, no DECN (Campus Tecnológico e Nuclear), no Departamento de BioEngenharia (DBE) e no Departamento de Física (DF), no Campus da Alameda do IST.

5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

The operation of the Master Course will be supported by the secretariat of Department of Nuclear Sciences and Engineering (DECN) of IST, as well as with personnel (technicians) attached to the teaching labs where the Curricular Units will be taught, in the DECN (Campus Tecnológico e Nuclear) and in the Department of BioEngineering (DBE, Campus of Alameda) of IST.

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

A leção das Unidades Curriculares decorrerá:

- Aulas teóricas: em salas de aula, no Campus da Alameda e no Campus Tecnológico e Nuclear (CTN) do IST, dotadas de modernos recursos multimedia.***
- Aulas laboratoriais das disciplinas de Ciências Biológicas: nos laboratórios de ensino e investigação do Departamento de Bioengenharia (DBE) e do Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (DECN) do IST.***
- Aulas práticas de Proteção e Segurança Radiológica: nos laboratórios de apoio a atividades de investigação e de prestação de serviços do DECN, no CTN, onde são disponibilizadas técnicas radioanalíticas, de dosimetria, de radiobiologia e de metrologia.***
- Aulas práticas de Proteção e Segurança Radiológica nas aplicações médicas: no Hospital de Santa Maria e no Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil.***

Os alunos terão acesso livre às Tecnologias de Informação (incluindo à Biblioteca do Conhecimento Online – b-on) no IST, a laboratórios computacionais, etc.

5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

Teaching of the Curricular Units will take place:

- Theory classes: in classrooms at the Campus of Alameda and at the Campus Tecnológico e Nuclear (CTN) of IST, equipped with modern multimedia resources.***
- Laboratory classes of the Biological Sciences disciplines: at the teaching and research laboratories of the Department of BioEngineering (DBE) and Department of Nuclear Sciences and Engineering (DECN) of IST***
- Practical classes of Radiological Protection and Safety: at the laboratories of support to research and services providing activities of DECN, at CTN, where radionalythical, dosimetry, radiobiology and metrology techniques are available.***
- Practical classes of Radiation Protection and Safety in the medical applications: at Hospital de Santa Maria and at Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil.***

Students will have free access to the Information Technologies resources (including the Online knowledge Library – b-on) at IST, to computational labs, etc.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

As salas de aula estão equipadas com datashow, computador, internet sem fios, etc.

Os laboratórios de ensino e de investigação das disciplinas de Ciências Biológicas estão plenamente equipados para actividades nas áreas da biologia molecular, bioquímica, citogenética e radiobiologia, incluindo, por exemplo, câmaras de fluxo laminar e de biossegurança, PCRs e RT-PCRs, microscópios de fluorescência e confocais, citómetros de fluxo, HPLCs, etc.

Os laboratórios de apoio às disciplinas de Proteção e Segurança Radiológica incluem equipamentos para a deteção de radiação (por espetrometria gama, cintilação líquida, contadores proporcionais, etc.), para preparação de amostras, para manipulações radioquímicas, fontes de irradiação, etc.

O Reactor Português de Investigação e outras infraestruturas no Campus Tecnológico e Nuclear serão utilizados em aulas práticas.

Os alunos terão também acesso a "software" especializado para efectuarem simulações Monte Carlo, análise de dados, etc.

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

The classrooms are equipped with datashow, computer, wireless internet, etc.

The teaching and research labs of support of the Biological Sciences disciplines are fully equipped for activities in the areas of molecular biology, biochemistry, cytogenetics and radiobiology, including, for example, laminar flow hoods and biosafety chambers, PCRs and RT-PCRs, fluorescence and confocal microscopes, flow cytometers, HPLCs, etc. The teaching and research labs of support to the Radiation Protection and Safety disciplines have equipment for the detection of radiation (gamma spectrometry, liquid scintillation, proportional counters, etc.), for sample preparation, for radiochemistry manipulations, irradiation sources, etc.

The Portuguese Research Reactor and other infrastructures at the Campus Tecnológico e Nuclear, will be used for practical classes.

Students will also have access to specialized software to perform Monte Carlo simulations, data analysis, etc.

6. Actividades de formação e investigação

Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN)	Excelente	Instituto Superior Técnico (IST)	
Instituto de Bioengenharia e Biociências (IBB)	Excelente	Instituto Superior Técnico (IST)	Laboratório Associado
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Muito Bom	Instituto Superior Técnico (IST)	Laboratório Associado
Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados (CeFEMA)	Muito Bom	Instituto Superior Técnico (IST)	

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/f37edf41-87ac-c773-6013-55f53b33dc95>

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

Projectos financiados no âmbito dos Programas-Quadro (PQ) da União Europeia (UE), na área da Educação e Treino (E&T) em Proteção e Segurança Radiológica (PSR)

- ENETRAP-II e ENETRAP-III (E&T em PSR)
- PETRUS-II e PETRUS-III (E&T em Resíduos Radioactivos)
- TRASNUSAFE (E&T em Cultura de Segurança)

Projectos financiados no âmbito dos PQ de I&D da UE, em PSR

- RENEB (Rede europeia de Dosimetria Biológica)
- EURALOC (exposição de cirurgias de intervenção a radiações ionizantes)
- CATHYMARA (exposição da tiróide de adultos e crianças a radiações na sequência de acidentes nucleares)
- PREPARE (resposta emergências radiológicas e nucleares)
- MetroMetal e MetroNORM (metrologia das radiações na indústria e dos materiais naturalmente radioativos)
- MYRTE, MARISA, FREYA, CDT, EUROTRANS, KADRWaste (gestão de resíduos radioativos)

Membros do Corpo Docente participam nas atividades das redes europeias

- ENEN (European Nuclear Education Network)
- CHERNE (E&T em PSR)
- EUTERP (E&T em PR)

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

Funded projects in the Framework Programmes (FPs) of the European Union (EU), in Education and Training (E&T) in

Radiation Protection and Safety (RPS):

- ENETRAP-II e ENETRAP-III (E&T in RPS)
- PETRUS-II e PETRUS-III (E&T in Radioactive Waste)
- TRASNUSAFE (E&T in Safety Culture)

Funded projects in the R&D FPs of the European Union in RPS

- RENEb (European Network on Biodosimetry)
- EURALOC (exposure of intervention cardiologists to ionizing radiation)
- CATHyMARA (exposure of the thyroid of adult and children to ionizing radiation following a nuclear accident)
- PREPARE (radiological/nuclear emergency preparedness and response)
- MetroMetal e MetroNORM (metrology of ionizing radiation in industry and of naturally radioactive materials)
- MYRTE, MARISA, FREYA, CDT, EUROTRANS, KADRWaste (radioactive waste management)

Teaching staff members participate in the activities of the European networks

- ENEN (European Nuclear Education Network)
- CHERNE (E&T in RPS)
- EUTERP (E&T in RP)

7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

Membros do Corpo Docente do Mestrado:

1) São responsáveis pela operacionalização de técnicas radioanalíticas, radioquímicas, de dosimetria, de radiobiologia e de metrologia, no âmbito de prestação de serviços de Proteção Radiológica à comunidade, nomeadamente:

- Calibração e verificação metrológica de equipamentos e instrumentos de deteção e medição de radiações ionizantes;
- Monitorização e vigilância de radioatividade (concentrações de radionuclidos) em alimentos e outros bens de consumo, águas e ar;
- Determinação da concentração de radão em habitações;
- Determinação da exposição de indivíduos a radiações ionizantes.

2) Participam regularmente em cursos de formação de curta duração (2-3 dias) em Proteção e Segurança Radiológica para profissionais na indústria, em empresas de engenharia, consultoria, em hospitais, etc.

3) Lecionaram 3 edições do DFA em Segurança e Proteção Radiológica do IST (54 ECTS, 2 semestres) , em 2006-2007, 2008-2009 e 2009-2010.

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

Teaching staff members of the Master Course:

1) Are responsible for the operation of radioanalytical, radiochemistry, dosimetry, radiobiology and metrology techniques in the framework of technical services of Radiation Protection provided to the community, namely:

- Calibration and metrological verification of ionizing radiation detection and measurement equipment;
- Monitoring of the radioactivity (radionuclides' concentration) in foodstuffs and other consumer goods, water, air;
- Determination of radon concentration in dwellings;
- Assessment of the exposure of individuals to ionizing radiation;

2) Regularly participate in short duration (2-3 days) training courses in Radiation Protection and Safety, for professionals in industry, engineering and consulting companies, hospitals, etc.

3) Taught 3 editions of the IST Advanced Training Programme (DFA) in Radiation Protection and Safety (54 ECTS, 2 semesters) in 2006-2007, 2008-2009 and 2009-2010.

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da

Economia:

Este Mestrado forma profissionais altamente qualificados nas múltiplas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica (PSR) que desempenharão funções científicas e técnicas em setores tais como a Saúde, Indústria, Ambiente, Engenharia, Serviços, Investigação e Regulação.

A utilização das radiações ionizantes deve ser efetuada no estrito cumprimento das normas de segurança vertidas em regulamentos internacionais. Tal só pode ser assegurado com adequada educação e formação de profissionais, cujas competências e níveis de qualificação em PSR estão vertidas em Diretivas Europeias e na legislação nacional.

Este Mestrado responderá às necessidades de especialistas em PSR para assegurar a manipulação com segurança de feixes de radiação e fontes radioativas nas aplicações médicas e industriais, em todo o País. Permitirá também formar especialistas para desenvolverem estudos de avaliação de tecnologia em Saúde e outras funções de apoio a gestores e decisores nos setores acima mencionados.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:

This Master prepares highly qualified professionals in the multiple components of Radiation Protection and Safety (RPS) that will undertake scientific and technical duties in several sectors, such as Health, Industry, Environment, Engineering, Services, Research and Regulation.

The use of ionizing radiation must be performed in the strict compliance to the international Basic Safety Standards and regulations. Such can only be accomplished with adequate education and training of professionals which competences and qualification levels in RPS are stipulated by European Directives and in the national legislation.

This Master will address the needs of experts in RPS that will guarantee the safe manipulation of particle beams and radioactive sources in the medical and industrial applications, nationwide. It will also prepare specialists able to undertake health technology assessment and other duties of support to managers and decision makers in the aforementioned sectors.

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Dado que se trata de um novo ciclo de estudos, não há ainda dados referentes à avaliação da sua capacidade para atrair estudantes.

Contudo, com base na experiência em outros Mestrados em áreas distintas mas abordando a temática das radiações aplicadas às tecnologias da Saúde, pode antecipar-se que o curso venha a conhecer uma procura significativa, e que a totalidade das vagas oferecidas (15 na sua primeira edição) seja preenchida.

É convicção do Corpo Docente que este Mestrado permitirá, pela sua excelência, recrutar estudantes não só a nível nacional mas também internacional, em Países Europeus e também em Países de Língua Portuguesa. Pelo que a sua divulgação será efetuada através de portais de divulgação de ofertas formativas nacionais e internacionais e as aulas serão lecionadas em inglês.

8.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Considering that it is a new study programme, there is no available data yet on its ability to attract students.

However, using the experience of other Masters in different areas but addressing topics such as radiations applied to Health technologies, it can be anticipated that the Course will draw the attention of a significant number of candidates and that the total number of vacancies (15 in the first edition) will be filled.

It is the believe of the faculty that this Master Course will allow, due to its excellence, the recruitment of students not only in Portugal but also at the international level, namely in Portuguese speaking countries. Therefore, the announcement will be performed using national and international training dissemination portals and electronic fora and the classes will be taught in English.

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Trata-se do 1º Mestrado especificamente em Proteção e Segurança Radiológica. NÃO existem ciclos de estudos similares - pelo que não estão previstas parcerias com outras instituições do Ensino Superior em Portugal.

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

It is the 1st Master Course specifically in Radiological Protection and Safety. There are NO similar study programmes, therefore no partnerships with other Higher Education Portuguese institutions are foreseen.

9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos**9.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:**

De acordo com o n.º 1 do art. 18º do Decreto-Lei 74/2006, um ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre deve ter 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida entre três e quatro semestres curriculares de trabalho dos alunos.

Este novo 2º ciclo de estudos em Proteção e Segurança Radiológica conducente ao grau de Mestre em Proteção e Segurança Radiológica tem 120 unidades de crédito ECTS, com 90 ECTS distribuídos igualmente por três semestres (30 ECTS com 5 Unidades Curriculares, por semestre), sendo os restantes 30 ECTS correspondentes a trabalho científico/estágio profissional individual e original a realizar durante o quarto semestre (30 ECTS) que conduzirá a uma tese a apresentar e defender publicamente.

O número de ECTS atribuídos à dissertação é de 30, sendo o estágio efectuado em instituição do meio hospitalar, industrial, empresarial, ou em centro de investigação, permitindo aprofundar os conhecimentos e aptidões práticas, de índole clínica, laboratorial ou operacional.

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

According to No.1 of article 18º of Decree-Law 74/2006, the study programme leading to a MSc degree must encompass between 90 and 120 credits and a normal duration between three to four academic semesters.

This new 2nd cycle of studies in Radiological Protection and Safety, leading to a Master's degree in Radiation Protection and Safety has a total of 120 credit units ECTS, with 90 ECTS evenly distributed by three academic semesters (30 ECTS with 5 Curricular Units, in each semester) being the remaining 30 ECTS related to the realization of an individual and unique scientific work/traineeship, to be performed during the fourth semester (30 credits) and leading to a dissertation to be presented and publicly defended.

The number of ECTS attributed to the dissertation is of 30, with in-service training/internships undertaken in hospitals, industrial or engineering companies or in research centres, to strengthen the practical (clinical, laboratorial and operational) competences and skills.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

O número de ECTS atribuídos a cada Unidade Curricular foi definido tendo por base as linhas de orientação estabelecidas pelo Decreto Lei Nº 42/2005, bem como as discussões havidas nos órgãos científicos e pedagógicos do IST à cerca da implementação dessas linhas gerais.

Desse modo, foi adotado como padrão 1 ECTS = 28 horas de trabalho, 35 a 45% das quais correspondendo a horas de contacto efetivo. O rácio contacto efetivo / horas totais de trabalho depende da tipologia das aulas (práticas, teóricas, laboratoriais, seminários ou orientação tutorial), do nível da formação e da área científica específica.

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

The ECTS number awarded to each Curricular Unit was defined on the basis of the guidelines established by Decree-Law 42/2005 and on the discussions held by the scientific and pedagogical bodies of IST regarding the implementation of those general guidelines.

Therefore, it was adopted as pattern 1, ECTS = 28 working hours, 35% to 45% of which correspond to effective contact hours. The effective contact time/total working time ratio depends on the type of class (theory, laboratory, seminar or tutorial), on the level of training and on the specific scientific area.

9.3. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O IST tem um padrão para a definição de ECTS nas UCs de todos os seus ciclos de estudo, estipulado após uma discussão aprofundada na altura da implementação do processo de Bolonha.

9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a pattern to define the ECTS for the Curricular Units of all its study programmes, which was set out after an in-depth internal debate by the time the Bologna process was implemented.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

Diversos Cursos de duração e âmbito diversos, na área da Proteção Radiológica (ver a secção 10.2):

- EMRP - European Master in Radiation Protection

<http://www.master-emrp.eu/index.php/en/>

- University of Surrey - MSc Radiation and Environmental Protection

<http://www.surrey.ac.uk/postgraduate/courses/physicalsciences/radiation/>

- University of Cumbria - FDSc in Radiation Protection BSc in Radiation Protection

<http://www.cumbria.ac.uk/Courses/Subjects/HealthAndSocialCare/Undergraduate/RadiationProtectionTopUp.aspx>

- University of Glasgow - Short course in "Radiation Protection"

<https://www.srp-uk.org/careers/courses#sthash.bJfnb0TI.dpuf>

- Universidad Politécnica de València - Máster en Protección Radiológica en Instalaciones Radiativas e Nucleares

<http://especialistapr.blogs.upv.es/master-proteccion-radiologica/>

- Belgian Nuclear higher Education Network - Radiation Protection and Advanced Radiation protection/Radiation ecology, http://bnen.sckcen.be/en/Courses/Advanced_RP_RE

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

Several Courses, of variable duration and context in Radiation Protection (please refer to section 10.2):

- EMRP - European Master in Radiation Protection

<http://www.master-emrp.eu/index.php/en/>

- University of Surrey - MSc Radiation and Environmental Protection

<http://www.surrey.ac.uk/postgraduate/courses/physicalsciences/radiation/>

- University of Cumbria - FDS in Radiation Protection BSc in Radiation Protection

<http://www.cumbria.ac.uk/Courses/Subjects/HealthAndSocialCare/Undergraduate/RadiationProtectionTopUp.aspx>

- University of Glasgow - Short course in "Radiation Protection"

<https://www.srp-uk.org/careers/courses#sthash.bJfnb0TI.dpuf>

- Universidad Politécnica de València - Máster en Protección Radiológica en Instalaciones Radiativas e Nucleares

<http://especialistapr.blogs.upv.es/master-proteccion-radiologica/>

- Belgian Nuclear higher Education Network - Radiation Protection and Advanced Radiation protection/Radiation ecology, http://bnen.sckcen.be/en/Courses/Advanced_RP_RE

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

O contexto da Proteção e Segurança Radiológica (PSR) em Portugal difere do de outros países europeus pela inexistência de reactores nucleares para a produção de energia eléctrica. Noutros países europeus (e nos EUA), que levam a cabo um Programa de Energia Nuclear e possuem uma indústria nuclear com vários reactores nucleares de potência em funcionamento e um ciclo do combustível nuclear incluindo a gestão de resíduos radioactivos, a Proteção Radiológica é frequentemente agregada à Engenharia e Tecnologia Nuclear. Tal repercute-se na designação dos ciclos de estudos onde são lecionados tópicos de PSR que frequentemente são designados de "Energia Nuclear", "Tecnologia Nuclear", entre outras designações.

Os objectivos deste 2º ciclo de estudos em Proteção e Segurança Radiológica, traduzem a especificidade da realidade portuguesa, incidindo fundamentalmente sobre as aplicações médicas e industriais. Contudo, as matérias em apreço e os tópicos de PSR lecionados são muito similares aos de ciclos de estudos noutros países, mesmo com designações diferentes como anteriormente referido.

Este Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica tem em comum com ciclos de estudos noutras instituições europeias de referência, a necessidade de evitar e mitigar o declínio de competências e a escassez de recursos humanos em PSR, de formar e educar novas gerações de especialistas em PSR, de oferecer aos jovens especialistas perspetivas de carreira atrativas, de promover o reconhecimento mútuo ao nível da União Europeia, de conhecimentos, aptidões e competências, de harmonizar os objectivos de aprendizagem e os conteúdos programáticos dos cursos.

Os objectivos globais de aprendizagem comuns baseiam-se no desenvolvimento de robustos conhecimentos teóricos complementados por sólida formação prática com conhecimentos aprofundados das realidades operacionais, experimentais, laboratoriais e clínicas (nas aplicações médicas), com "on the job training" sempre que possível.

À luz do estado da arte do conhecimento científico, o ensino e educação da PSR alicerça-se, entre outros:

i) Na aprendizagem dos efeitos biológicos das radiações e pelo estudo dos efeitos induzidos pelas exposições a baixas doses de radiação ou por exposições prolongadas a radiações ionizantes, ii) na correta perceção, avaliação e comunicação do risco radiológico, iii) na assimilação da importância da Proteção Radiológica do Ambiente e pela determinação da Radioactividade no Ambiente, iv) na utilização de técnicas e métodos avançados de Dosimetria e de Metrologia, v) na abordagem aprofundada de tópicos tais como os Resíduos Radioactivos.

Estes são os objectivos de aprendizagem comuns entre o Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica e outros ciclos de estudo, de âmbito e duração variável, em outras instituições europeias de referência.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

The Portuguese context of Radiation Protection and Safety (RPS) differs from that of other European countries, due to the non-existence in Portugal of nuclear power reactors for the production of electric energy. In other European countries (and in the USA) who undertake a Nuclear Energy Programme and feature a nuclear industry with several operating nuclear reactors and master the fuel cycle, including the management of nuclear waste, Radiation Protection is seldom aggregated to Nuclear Engineering and Nuclear Technology. As a consequence, study programmes including RPS topics are frequently on "Nuclear Energy", "Nuclear Technology", among other designations.

The objectives of this study programme on Radiation Protection and Safety, therefore incorporate the specific Portuguese reality, emphasizing mainly the medical and industrial applications of ionizing radiation. However, the Curricular Units and topics taught are very similar to the ones of study programmes in other countries, even entitled differently as previously explained.

This Master in Radiation Protection and Safety shares with other study programmes in other reference European institutions the need to avoid and mitigate the decline of expertise and the scarcity of human resources in RPS, to educate and train new generations of experts in RPS, to offer to young experts attractive careers, to promote within the European Union the mutual recognition of knowledge, skills and competences and to harmonize the learning objectives and syllabus of the courses.

The overall learning outcomes are based on the development of robust theoretical knowledge complemented by solid practical education and training with in-depth knowledge of the operational, experimental, laboratorial and clinic (in the medical applications) contexts, using "on the job training" whenever appropriate.

The pillars of education and training in RPS, based in the state-of-the-art scientific knowledge, are founded, inter alia, in:

i) Learning of the biological effects of radiation and the study of the effects induced by low dose radiation exposures and by protracted exposures to ionizing radiation, ii) the correct perception, assessment and communication of the radiological risk, iii) the recognition of the importance of the Radiation Protection of the Environment and the assessment of the environmental radioactivity, iv) the use of advance techniques and methods of Dosimetry and Metrology, v) insightful approaches to topics such as Radioactive Waste.

These are the learning outcomes shared by this Master in Radiation Protection and Safety and other study programmes, in different contexts and with variable duration, in other European reference institutions.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Hospital de Santa Maria (HSM), no Instituto de Medicina Nuclear e Serviço de Radioterapia

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Hospital de Santa Maria (HSM), no Instituto de Medicina Nuclear e Serviço de Radioterapia

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Declaração-IMN-FML.pdf](#)

Mapa VII - Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOLFG), no Serviço de Radiologia

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOLFG), no Serviço de Radiologia

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Declaração-IPOLFG.pdf](#)

Mapa VII - Empresas do setor industrial, de engenharia, do setor do Ambiente e de prestação de serviços.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Empresas do setor industrial, de engenharia, do setor do Ambiente e de prestação de serviços.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

Para participar na supervisão dos trabalhos de dissertação, os Centros de investigação indicados no ponto 6.1 dispõem de dezenas de docentes e investigadores doutorados que levam a cabo investigação nas diversas vertentes da Protecção e Segurança Radiológica, incluindo Efeitos Biológicos induzidos pela Radiação Ionizante, Radiobiologia, Dosimetria, Metrologia, Radioactividade Ambiente, Resíduos Radioactivos, entre outros.

A excelência do trabalho desenvolvido pela equipa docente, reconhecida por painéis internacionais de avaliadores, é exemplificada:

- *Pelo elevado número de artigos publicados nos últimos anos em revistas internacionais de elevado índice de impacto;*
- *Pela participação em várias dezenas de projetos nacionais e internacionais financiados, de investigação fundamental ou aplicada;*
- *Pelo elevado volume de prestação de serviços à comunidade da responsabilidade técnica de docentes e investigadores.*

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

In order to supervise the in-service training / internships that will lead to the Master thesis dissertation, the Research Units indicated under 6.1 have a number of researchers (holding a PhD) that undertake research activities in several topics of Radiological Protection, including Biological Effects induced by Ionizing Radiation, Radiobiology, Dosimetry, Metrology, Environmental Radioactivity, Radioactive Waste, among others.

The excellence of the work undertaken by the teaching staff, assessed by international panels, is witnessed by:

- *The high number of articles published in international journals with peer-reviewing and high Impact Factor;*
- *Several dozens of funded research projects in national and international competitive Calls;*
- *The high volume of technical services provided to the community, of the responsibility of researchers involved in this proposal.*

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e selecção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Equipa multidisciplinar com extensa experiência de lecionação, desenvolvendo atividades nas áreas das Ciências da Vida, da Saúde, do Ambiente e nas múltiplas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica (PSR);*
- *Utilização de modernas infraestruturas e laboratórios de apoio às atividades de lecionação;*
- *Membros da equipa associam atividades de investigação a atividades de prestação de serviços à comunidade em PSR;*
- *Conhecimento dos aspetos operacionais e legislativos da PSR;*
- *Experiência de participação em projetos europeus abordando tópicos como o reconhecimento mútuo de conhecimentos, capacidades e competências, a harmonização de conteúdos de formação e educação em PSR, potenciando a internacionalização do ciclo de estudos;*
- *Interação existente com atores do meio hospitalar, industrial, do ambiente, da engenharia, dos serviços e da regulação;*
- *Unidades Curriculares cobrindo um vasto leque de métodos de formação: teóricos, práticos, laboratoriais, computacionais, etc.*

12.1. Strengths:

- *Multidisciplinary team with extensive teaching experience, undertaking activities in Life and Health Sciences, Environmental Sciences and in the multiple strands of Radiological Protection and Safety (RPS);*
- *Use of modern infrastructures and laboratories of support to teaching activities;*
- *Team members associate research activities to technical service providing activities in RPS;*
- *Knowledge of the operational and legislative aspects of RPS;*
- *Experience of participation in European projects addressing topics such as the mutual recognition of knowledge, skills and competences, the harmonization of education and training in RPS, boosting the internationalization of the study programme;*
- *On-going interaction with stakeholders in hospitals, industries, environment, engineering, services and regulation;*
- *Curricular Units covering a wide range of educational methods: theoretical, practical, laboratory, computational, etc.*

12.2. Pontos fracos:

- *Incerteza, fruto de processo legislativo de transposição da Diretiva 2013/59/EURATOM da União Europeia (até Fevereiro de 2018) relativamente à empregabilidade dos futuros Mestres em Proteção e Segurança Radiológica (PSR) e ao reconhecimento pelos decisores das suas competências e aptidões;*
- *Eventuais dificuldades de inscrição e participação de profissionais, devido ao funcionamento em regime diurno;*
- *Eventual concorrência com outros ciclos de estudos no que diz respeito à captação de alunos.*

12.2. Weaknesses:

- *Uncertainty, arising from the legislative process of transposition of the Directive 2013/59/EURATOM of the European Union (to be accomplished by February 2018) concerning the employment opportunities of the future holders of the Master Degree in Radiological Protection and Safety (RPS) and the recognition by decision makers and managers of their competences and skills;*
- *Eventual difficulties of enrollment and participation of professionals, due to daytime working regime and teaching classes;*
- *Potential competition with other study programmes, concerning the sharing of potential candidates.*

12.3. Oportunidades:

Trata-se do primeiro e inovador ciclo de estudos especificamente dedicado à Proteção e Segurança Radiológica (PSR), em Portugal e permitirá:

- *Colmatar deficiências de educação e formação em PSR em Portugal em tópicos científicos, tecnológicos, técnicos, sócio-económicos, éticos, jurídicos, legislativos;*
- *Fomentar atividades de investigação de vanguarda em áreas como os efeitos biológicos das radiações ionizantes, dosimetria, metrologia, resíduos radioactivos e radioactividade ambiente;*
- *Intensificar a colaboração com os meios hospitalar, industrial, da engenharia e serviços, através de trabalhos a efetuar no âmbito de disciplinas ou de dissertações de Mestrado;*
- *Aumentar a perceção do risco radiológico e a cultura de segurança radiológica dos alunos, de atores e decisores nos meios antes referidos e da população;*
- *Incrementar o papel de charneira desempenhado pelo IST no Ensino Superior em Portugal e no apoio ao Estado Português na implementação das políticas e obrigações em PSR.*

12.3. Opportunities:

This is the first and innovative study programme specifically devoted to Radiation Protection and Safety (RPS) in Portugal and will allow to:

- *Suppress the lack of education and training in RPS in Portugal in scientific, technological, technical, socioeconomic,*

ethical, legal and legislative topics;

- *Foster research activities in leading edge areas such as the biological effects of ionizing radiation, dosimetry, metrology, radioactive waste and environmental radioactivity;*
- *Boost the collaboration with hospitals, industries, engineering and services companies, through works to be undertaken in the framework of Curricular Units or Master thesis;*
- *Increase the radiological risk perception and the radiological safety culture of students, stakeholders and decision makers in the aforementioned establishments as well as of the population;*
- *Increment the leading role of IST in Higher Education in Portugal and in its support to the Government in the implementation of policies in RPS.*

12.4. Constrangimentos:

- *Sustentabilidade do ciclo de estudos afetada por conjuntura sócio-económica nacional e por instabilidade legislativa;*
- *Concorrência com outros ciclos de estudos existentes noutras áreas, ao nível nacional;*
- *Inexistência, em Portugal, de regulação efetiva na área da utilização das radiações ionizantes e da Proteção e Segurança Radiológica (PSR), nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, etc.*
- *Falta de reconhecimento efetivo, por profissionais e decisores nos setores acima referidos, dos conhecimentos, capacidades e competências e das qualificações dos futuros Mestres em PSR;*
- *Ausência de clarificação de políticas relativas à PSR em Portugal, nomeadamente, nos aspetos reguladores, na formação e no apoio à investigação e desenvolvimento em PSR.*

12.4. Threats:

- *The sustainability of the study programme might be affected by the national socioeconomic context and by legislative instability;*
- *Competition with other study programmes, existing in other areas, nationwide;*
- *Non-existence, in Portugal, of effective regulation in the area of the use of ionizing radiation and of Radiation Protection and Safety (RPS), in the Health, Industrial and Environmental sectors;*
- *Lack of effective recognition, by professionals and decision makers in the aforementioned sectors, of the knowledge, skills and competences and the qualifications of the future holders of the Master degree in RPS;*
- *Absence of clarification of policies related to RPS in Portugal, namely in the regulatory aspects, in education and training and in the support of research and development in RPS.*

12.5. CONCLUSÕES:

O Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica (MPSR) do IST é um “first of a kind concept” em Portugal. Tem como objetivo formar e educar profissionais na área da Proteção e Segurança Radiológica (PSR) para os setores da Saúde, Indústria e Ambiente, Engenharia, Serviços, Investigação e Regulação, entre outros. Permitirá colmatar uma deficiência estrutural portuguesa ao nível do Ensino Superior nas múltiplas vertentes da PSR, reconhecida ao nível internacional e pelos especialistas e “stakeholders” nacionais.

A metodologia de ensino inclui a lecionação de robustos conhecimentos teóricos aliados a forte vertente prática (experimental, laboratorial e operacional). A equipa docente é composta por Professores e Investigadores com:

- *Grande experiência de lecionação ao nível do Ensino Superior na área das Ciências Biológicas, em DFAs de Segurança e Proteção Radiológica e em Mestrados onde são/foram lecionados tópicos relacionados com as aplicações das radiações ionizantes, em múltiplas vertentes;*
- *Extensa experiência de organização e participação em cursos e ações de formação, educação e treino em Proteção Radiológica;*
- *Uma atividade de investigação científica em centros de excelência (avaliação FCT), sustentada por elevados índices de produtividade científica e suportada por modernos e sofisticados laboratórios, equipamentos e infraestruturas dedicadas;*
- *Responsabilidades, adquiridas ao longo de décadas, na prestação de serviços de proteção radiológica à comunidade (hospitais, empresas do setor industrial, da engenharia e dos serviços, etc.).*

Este Mestrado permitirá forjar novos laços e aprofundar laços já existentes entre o IST e os setores hospitalar, industrial e empresarial.

Vários membros da equipa participam em projectos europeus e são membros de redes e plataformas europeias na área da Educação e Treino em Proteção Radiológica, possuindo robustos conhecimentos de aspectos tais como o reconhecimento mútuo de conhecimentos, capacidades e competências e a harmonização de conteúdos e programas de educação e formação em PSR. Estas participações contribuirão decisivamente para a internacionalização do ciclo de estudos, para se forjarem colaborações com instituições estrangeiras e para o intercâmbio de alunos e docentes.

O MPSR contempla também educação e formação específica sobre aspectos técnicos, jurídicos e legislativos decorrentes de regulamentos e padrões de base de segurança internacionais relativos à proteção de indivíduos e do ambiente, dos potenciais efeitos detrimenais decorrentes da exposição indevida a radiações ionizantes. Como tal, formará especialistas que permitirão ajudar o Estado Português a cumprir as suas obrigações a nível internacional e na abordagem correta de Políticas de Saúde, avaliação de Tecnologias de Saúde, questões de Saúde Pública associadas à

exposição da população a radiações ionizantes de índole natural (radão por exemplo) e antropogénica (nomeadamente nas aplicações médicas e industriais), etc.

12.5. CONCLUSIONS:

The Master Course in Radiation Protection and Safety (MPSR) of IST is a first of a kind concept in Portugal. Its main objective consists of educating and training professionals in Radiation Protection and Safety (RPS) for the Health, Industrial, Environmental, Engineering, Services, Research and Regulation sectors, among others. The MPSR will fill the existing gaps in Higher Education in Portugal, in the multiple components of RPS, which are recognized internationally and by national experts and stakeholders.

The teaching methodology includes robust theoretical knowledge associated to a strong practical (laboratorial and operational) teaching component. The faculty includes Professors and Researchers with:

- Strong teaching experience in Higher Education, in the area of the Biological Sciences, in DFA (post-graduation Advanced Training Schemes) in RPS and in Master degree Courses in topics related to the applications of ionizing radiation;**
- Extensive experience of organization and participation in education and training courses and initiatives, in Radiation Protection;**
- Scientific research activities undertaken in research units ranked as "Excellent" (FCT evaluation), sustained by high indices of scientific productivity and supported by modern and sophisticated laboratories, equipment and infrastructures;**
- Responsibilities, acquired during several decades, of provision of RPS technical and consultancy services to the community (hospitals, industries and engineering and services companies, etc.)**

This Master Course will contribute to foster new links and to strengthen existing ones, between IST and hospitals, industries and engineering and services companies.

Several faculty members participate in European projects and are members of European networks and platforms in Education and Training in Radiation Protection, featuring robust knowledge of topics such as mutual recognition of knowledge, skills and competences and the harmonization of RPS education and training programmes. Such participation will contribute in a decisive way to the internationalization of the study programme, to foster new collaborative links with foreign institutions and for exchanges of students and teachers.

The MPSR also encompasses specific education and training on technical and legal aspects arising from international Basic Safety Standards and regulation, related to the protection of individuals and the environment from the detrimental aspects arising from undue exposure to ionizing radiation. As such it will educate and train experts that will help the Portuguese State to fulfill their international commitments and obligations and to correctly address Health Policies and Health Technology Assessment issues, Public Health issues associated to the exposure of the population to natural (e.g. radon) or anthropogenic (namely the medical and industrial applications) sources of ionizing radiation.