

# ACEF/2021/1500073 — Guião para a auto-avaliação

---

## I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

### 1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

---

#### 1.1. Referência do anterior processo de avaliação.

*NCE/15/1500073*

#### 1.2. Decisão do Conselho de Administração.

*Acreditar com condições*

#### 1.3. Data da decisão.

*2016-07-21*

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

---

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

[2.\\_Secção-1-ponto 2-PT-&-EN.pdf](#)

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

---

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

*Não*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

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

*Sim*

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

*As seguintes correcções relativamente à designação de 1 UC (no Despacho nº 13283/2016) e aos semestres de funcionamento de 2 UCs opcionais (no guião original e no Despacho nº 13283/2016), são incluídas no presente guião no seguimento das rectificações vertidas no Despacho n.º 10344/2017:*

*- A designação da UC de dissertação, que no Despacho nº 13283/2016 é "Dissertação de Mestrado em Segurança e Proteção Radiológica" passou a chamar-se "Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica" (correção incide apenas da designação)*

*- A UC opcional "Imagiologia Médica" que no guião original e no Despacho nº 13283/2016 consta como oferecida no 1ºano / 1º semestre, foi corrigida no Plano de Estudos para funcionar no 1ºano / 2º semestre (mudança de semestre, mantendo-se como UC opcional).*

*- A UC opcional "Processamento de Imagem e Visão" que no guião original e no Despacho nº 13283/2016 consta como oferecida no 1ºano / 2º semestre foi corrigida no Plano de Estudos para funcionar no 1ºano / 1º semestre (mudança de semestre, mantendo-se UC opcional).*

*De realçar que não se verificaram quaisquer modificações relativamente ao corpo docente, à tipologia das aulas, às horas de contato, ao número de ECTS, aos conteúdos programáticos, aos objetivos de aprendizagem, etc., das UCs em apreço.*

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

*The following corrections, related to the title of 1 CU (in Ordinance n° 13283/2016) and the teaching semesters of 2 optional CUs (in the original guidelines and in Ordinance n° 13283/2016), are included now following the changes already published in Ordinance n.º 10344/2017:*

*- The CU of dissertation, that in the Ordinance n° 13283/2016 was "Master's Dissertation in Radiation Safety and Protection", is renamed to "Master's Dissertation in Radiation Protection and Safety" (the correction is related to the title only)*

*- The CU "Medical Imaging" that in the original guidelines and in Ordinance n° 13283/2016 was taught in the 1st year / 1st semester is corrected to be taught in the 1st year / 2nd semester (change of semester, kept as optional)*

*- The CU "Image Processing and Vision" that in the original guidelines and in Ordinance n° 13283/2016 was taught in the 1st year / 2nd semester was corrected to be taught in the 1st year / 1st semester (change of semester, kept as optional)*

*It is noted that no changes occurred in the teaching staff, type of classes, contact hours, number of ECTS, syllabus, learning objectives, etc. of the aforementioned CUs.*

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

---

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

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

*Foi efetuada a instalação de um "Laboratório de Física das Radiações", de apoio à UC "Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação", equipado com sistemas de deteção, instrumentação e equipamento eletrónico e informático representativo do estado da arte nos domínios em apreço.*

*Foram adquiridos fantasmas antropomórficos (representativos da anatomia de indivíduos de referência) e equipamento de deteção de radiação (câmaras de ionização, dosímetros) utilizados no âmbito de UCs do Ciclo de Estudos e de trabalhos de Teses de Mestrado.*

*Foi adquirida e disponibilizada uma plataforma computacional com múltiplos processadores e com arquitetura de processamento representativa do estado da arte computacional. Tal plataforma permite efetuar o processamento paralelo no âmbito de cálculos científicos incluindo simulações por métodos Monte Carlo e outros. A sua utilização foi promovida no âmbito de várias UCs do Ciclo de Estudos.*

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

*A "Radiation Physics Laboratory" was installed, in support of the CU "Systems and Techniques of Radiation Detection", equipped with state-of-the-art radiation detection systems, instrumentation and electronic and informatics equipment in the relevant domains.*

*Anthropomorphic phantoms (representative of the anatomy of reference individuals) and radiation detection equipment (ionization chambers, dosimeters) used in the framework of CUs of the Study Cycle and used for activities related to Masters theses dissertations, were acquired.*

*A computational platform with multiple processors and processing architecture representative of the computational state-of-the-art was purchased and made available. Such platform allows parallel processing in the framework of scientific computations including Monte Carlo simulations, among others. Its use was promoted in the context of several CUs of the Study Cycle.*

**4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos**

desde o anterior processo de avaliação?

*Não*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

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

*Sim*

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

*Foi instalada a plataforma digital de gestão da aprendizagem, Moodle, para apoio ao funcionamento de algumas Ucs. Uma das UCs funciona nesta plataforma há dois semestres, estando outras UCs em processo de migração.*

*No contexto da conjuntura COVID-19, foi iniciada a utilização de plataformas tais como Zoom e outras para lecionar aulas (teóricas e práticas) à distância, para efeitos de avaliação, etc.*

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

*A learning digital management platform, Moodle, was implemented in support of the operation of several CUs. One of these CUs operates using this platform for 2 semesters, other CUs are currently in the process of migration to this platform.*

*In the context of the COVID-19 pandemic, the utilization of platforms/systems such as Zoom and others for remotely lecturing (theory and practical) classes, for assessment purposes, etc., was initiated.*

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

*Não*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

## 1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

*Universidade De Lisboa*

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

*Instituto Superior Técnico*

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

1.3. Ciclo de estudos.

*Proteção e Segurança Radiológica*

1.3. Study programme.

**Radiation Protection and Safety****1.4. Grau.  
Mestre****1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).**[1.5.\\_MPSR\\_17-18.pdf](#)**1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.  
Proteção e Segurança Radiológica****1.6. Main scientific area of the study programme.  
Radiation Protection and Safety****1.7.1. Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):**

440

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

449

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

429

**1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.  
120****1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):**

2 anos/4 semestres

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

2 years/4 semesters

**1.10. Número máximo de admissões.  
15****1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.  
O número de vagas atuais do Ciclo de Estudos colocadas a concurso é de 15.**

*Com um número máximo de admissões de 25, deixamos espaço para vagas para estudantes internacionais e para possíveis aumentos no número de vagas a concurso, mediante decisão dos órgãos de gestão da escola.*

**1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.  
The current maximum number of admissions of the Study Cycle is 15.**

*With a maximum number of admissions of 25, admission of international students and an eventual future increase on the maximum number of admissions decided by the Management bodies of the University, can be accommodated.*

**1.11. 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, Radioterapia ou Imagem Médica e Radioterapia,*
- iii) grau académico obtido numa Univ. 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 Ingresso no 2.º Ciclo do IST (DR 2ª Série, nº 102, 26 de maio de 2020), e a aspetos particulares sugeridos pela Comissão Científica do Mestrado.*

#### 1.11. 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.*

#### 1.12. Regime de funcionamento.

*Diurno*

##### 1.12.1. Se outro, especifique:

*n.a.*

##### 1.12.1. If other, specify:

*n.a.*

#### 1.13. 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*
- Instituto Português de Oncologia de Lisboa de Francisco Gentil (IPOLFG) - Serviço de Radiologia e Serviço de Radioterapia*

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

[1.14.\\_Desp n.º 6604-2018 5 jul\\_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)

#### 1.15. Observações.

*A maior parte das Unidades Curriculares (UC) do Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica do IST é lecionada por investigadores do Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (DECN). Este recém-criado (em 2015) Departamento situado no Campus Tecnológico e Nuclear (CTN) do IST, congrega alguns dos maiores especialistas em Portugal, em Proteção e Segurança Radiológica, Ciências e Tecnologias Nucleares e Aplicações das técnicas nucleares e das radiações ionizantes. Adicionalmente estes especialistas são responsáveis pela operacionalização no CTN de um conjunto único em Portugal de equipamentos, laboratórios e infraestruturas nas áreas cima referidas.*

*2 UCs são parcialmente lecionadas em meio hospitalar e ambiente clínico, no Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOLFG, Serviço de Radiologia e Serviço de Radioterapia) 1 UC é parcialmente lecionada no Hospital de Santa Maria (Instituto de Medicina Nuclear). Os especialistas (médicos, físicos médicos, técnicos de diagnóstico e terapia, etc.) que asseguram a docência destas UCs possuem ampla e robusta experiência em aspetos de Proteção e Segurança Radiológica nas aplicações médicas das radiações ionizantes, em Radiologia, Medicina Nuclear e Radioterapia.*

*Algumas UCs são lecionadas por professores do Departamento de Bioengenharia (DBE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Computadores (DEEC), do Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georecursos (DEClvii) e do Departamento de Engenharia e Gestão (DEG) do IST.*

*Os docentes e investigadores oriundos do meio académico são especialistas de valências diversas (físicos, químicos, biólogos e radiobiólogos, geólogos, engenheiros de valências diversas, etc.) e executam atividades de I&D em Unidades de Investigação (C2TN, iBB, IPFN, ISR-LARSyS, LIP, outras) avaliadas pela FCT como EXCELENTE ou MUITO BOM.*

*Este Ciclo de Estudos tem como principais objetivos, entre outros:*

- *colmatar o déficit de ensino, educação e treino, em instituições do Ensino Superior em Portugal, nas áreas científicas, tecnológicas e técnicas acima referidas e*
- *dotar os alunos de robustos conhecimentos, capacidades e competências nos tópicos em apreço, de elevada relevância societal, devido à omnipresença das radiações ionizantes (feixes de radiação, fontes radioactivas, materiais radioactivos) e suas aplicações em praticamente todos os setores de atividade.*

#### 1.15. Observations.

*The majority of the Curricular Units (CU) of the Master's Course on Radiation Protection and Safety (MPSR) of IST are taught by researchers from the Department of Nuclear Sciences and Engineering (DECN). This newly created (in 2015) Department is located at the "Campus Tecnológico e Nuclear" (CTN) of IST and gathers some of the major experts in Portugal, in Radiation protection and Safety, Nuclear Sciences and Technologies and applications of nuclear techniques and ionizing radiation. Additionally, these experts are responsible for the operationalization of a set of equipment, laboratories and infrastructures, unique in Portugal, in the aforementioned areas.*

*CUs are partly taught in clinical settings and hospital environment, at the of Portuguese Institute of Oncology of Lisbon (IPOLFG, Radiology Service and Radiotherapy Service) and 1 UC is partially taught at the Hospital de Santa Maria (Institute of Nuclear Medicine). The experts (medical doctors, medical physicists, radiographers, etc.) teaching these CUs feature an extensive and robust experience in topics of Radiation Protection and Safety in the medical applications of ionizing radiation, in Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy.*

*Some CUs are taught by professors of the Department of Bioengineering (DBE), the Department of Electrotechnical Engineering and Computers (DEEC), the Department of Civil Engineering, Architecture and Georesources (DECivil) and the Department of Engineering and Management (DEG), of IST.*

*The teaching staff (professors and reserchers) from academia are experts of several scientific branches (physicists, chemists, biologists and radiobiologists, geologists, several branches of engineering, etc.) and undertake R&D activities in Research Units (C2TN, iBB, IPFN, ISR-LARSyS, LIP, others) evaluated by the FCT as EXCELLENT or VERY GOOD.*

*This Study Cycle aims, inter alia, at:*

- *mitigating the existing deficit in education and training in Higher Education Establishments in Portugal, in the aforementioned scientific, technological and technical areas and*
- *providing students with robust knowledge, skills and competences in the related topics, of high societal relevance, due to the ubiquitous use and applications of ionizing radiation (radiation beams, radioactive sources and radioactive materials) in practically all sectors of activity.*

## 2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.

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

---

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

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

<sem resposta>

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

---

#### 2.2. Estrutura Curricular -

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

<sem resposta>

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

&lt;no answer&gt;

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Proteção e Segurança Radiológica / Radiation Protection and Safety	PROT-RAD	54	0	
Ciências Biológicas / Biological Sciences	CBIO	6	6	
Gestão / Management	GEST	6	0	
Área científica do IST em domínio relacionado com o objectivo do Curso / Scientific area related to this Master degree	AC	30	0	
Outras áreas científicas relacionadas com os objetivos do curso / Other scientific areas related to this Master degree	OUT		12	Número total de créditos das UCs optativas é 60
Física Interdisciplinar / Interdisciplinary Physics	FINTER	6		
<b>(6 Items)</b>		<b>102</b>	<b>18</b>	

### 2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

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

*O ensino e aprendizagem exibem componentes:*

- teórica
- prática, com análise de “case studies”
- laboratorial/experimental (vertentes biológica e de deteção de radiações, etc.)
- clínica: 2 UCs lecionadas no IPOLFG e Hospital de Santa Maria por médicos e físicos médicos - os alunos adquirirem experiência “on the job” sobre o funcionamento de equipamentos médicos e tarefas associadas (Controle de Qualidade, calibração, etc.)
- computacional

*O processo de avaliação inclui a elaboração, apresentação e discussão de trabalhos pelos estudantes, na apresentação e discussão de artigos científicos e em exames.*

*Ao nível da aprendizagem estratégias têm sido implementadas de forma a fomentar e aumentar o papel ativo dos estudantes:*

- Técnicas de “flipped-classroom” com envolvimento dos estudantes na sala de aula em processos de avaliação mútua e feed-back
- Integração de estudantes no âmbito de projectos e realização de dissertações de mestrado em equipas de hospitais ou centros de investigação

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

*Learning and teaching encompass the following components:*

- theory
- practical, with analysis of case studies
- laboratorial/experimental (biologic and radiation detection strands, etc.)
- clinical: 2 CUs are taught at IPOLFG and Hospital Santa Maria by medical doctors and medical physicists – students acquire on the job experience on the performance of medical equipment and tasks associated (Quality Control, calibration, etc.)
- computational

*The assessment process includes the preparation, presentation and discussion of works by the students, the presentation and discussion of scientific articles and exams.*

*Learning strategies and methodologies have been implemented aiming at fostering and increasing the active involvement of students:*

- *Flipped classroom techniques, with the involvement of students in the classroom in mutual assessment processes and feedback*
- *Integration of students in hospital or research teams, in in the framework of projects and Master´s degree dissertations*

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

*A carga de trabalho necessária aos estudantes é monitorizada através da sua resposta aos inquéritos QUC (“Qualidade das Unidades Curriculares”) em cada UC, em que os estudantes devem fornecer a sua estimativa do esforço dedicado nas diversas etapas da lecionação e avaliação da UC. Os resultados dos QUCs são disponibilizados aos órgãos competentes do IST e à Coordenação do CE, para análise.*

*A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os Departamentos e Coordenações.*

*Os sumários lançados na plataforma “fenix”, permitem também verificar as aulas lecionadas, a sua tipologia, número de horas de contacto, número de alunos que participaram, etc.*

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

*The required average student workload is monitored by the answers to the QUC (“Quality of the Curricular Units”) surveys in each CU. Students must provide their estimation of the workload devoted to the learning and assessment steps of the CU. The results of the QUCs are made available to the competent bodies of IST and to the Coordination of the Study Cycle, for analysis.*

*The information obtained from the students of each CU is compiled and processed, to compare the workload foreseen and the workload estimated by the students. Whenever there is a sizable mismatch (higher than 1,5 ECTS) between the foreseen and the estimated workload, the situation is analysed in the framework of the QUC of the Pedagogical Council. Whenever deemed justified an action plan is devised, involving the Departments and Coordinations.*

*Summaries of classes are inserted in the “fenix” platform allowing to verify the classes taught, their type, number of contact hours, number of students who attended, etc.*

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

*Em julho de cada ano são efetuadas reuniões de Coordenação dos vários cursos, para calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres letivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua.*

*No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.*

*Verificam-se também reuniões da Coordenação do CE com:*

- *O/a delegado/representante dos estudantes, para discutir propostas de melhoria dos estudantes, eventuais problemas, etc.*
- *Os alunos e docentes das UCs*

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

*Every year in July, meetings with the Coordinations of several Courses are held, to schedule the work required to the students throughout the teaching semesters and assessment periods, aiming at time-distributing the students´ work and to promote continuous learning.*

*In the framework of the QUC (“Quality of the Curricular Units”) surveys, students must fill in a block with specific questions related to the acquisition and/or development of competences within each CU, including questions on the development of knowledge and understanding of the topics, as well as the improvement of the skills related to their application in an autonomous manner and to the development of critical sense in their practical utilization.*

*The Coordination of the Study Cycle also meets with:*

- *The representative of the students, to discuss proposals, by the students, of improvements, potential problems existing, etc.*
- *The students and the CU´s teaching staff*

## 2.4. Observações

---

### 2.4 Observações.



**Um dos aspectos fulcrais deste Ciclo de Estudos diz respeito à empregabilidade dos estudantes. Neste sentido, são promovidos contactos, através de palestras e seminários convidados, visitas de estudo e outras iniciativas, envolvendo potenciais empregadores, nos setores da Saúde, indústria, ambiente, regulação, investigação, prestação de serviços, etc., durante os quais são discutidos aspetos tais como a saídas profissionais, ofertas de emprego, entre outros.**

#### 2.4 Observations.

**One of the aspects of paramount importance for this Study Cycle is related to the employability of students. In this respect, contacts with potential employers in the sectors of health, industry, environment, regulation, research, services, etc., are promoted by means of invited seminars, lectures, study visits and other initiatives, during which careers, employment offers and professional tracks, etc., are discussed.**

## 3. Pessoal Docente

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

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

**Coordenador: José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, Investigador Coordenador com Agregação do IST.**

**Qualificação académica: Doutoramento em Física (1993), Agregação em Engenharia Física Tecnológica (2006).**

**Regime de prestação de serviços: dedicação exclusiva.**

### 3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

#### 3.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Mónica Duarte Correia de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Operational Research	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Pedro Miragaia Trancoso Vaz	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Humberto Gomes Leitão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Da Silva de Nazareth Falcão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sílvia Andreia Bento da Silva Sousa Barbosa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Biotechnologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Andreas Kling	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Gonçalo Pereira Mira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biológicas / Biotechnologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos André Vitorino Rodrigues	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Bioengenharia	15	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Filipe Santos Bernardes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Biotechnologia	15	<a href="#">Ficha submetida</a>

Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Paulo Salgado Arriscado Costeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário João Capucho dos Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Patrícia Margarida Piedade Figueiredo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOFÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filipa Fernandes Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia-Biologia Celular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Alberto Rosado dos Santos Vítor	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Rombert Pinhão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Patrícia Carla Serrano Gonçalves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	FÍSICA	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gabriel António Amaro Monteiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Joaquim Gonçalves Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Bernardo António Neto Gomes Baptista Tomé	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	FÍSICA	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
Liliana Andreia Fernandes de Freitas	Assistente ou equivalente	Mestre	Engenharia Biomédica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Alberto Gil Corisco	Investigador	Licenciado	Biologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cláudia Daniela Canelas Miranda	Assistente ou equivalente	Mestre	Biotecnologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rita Homem de Gouveia Costanzo Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Medical Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Fidalgo Palma Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Leonilde de Fátima Morais Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Teresa Sofia Cipriano Gonçalves Rodrigues	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria José Bação Madruga	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Applied Biological Sciences	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rodrigo da Silva Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biológicas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Rocha Paulo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia na especialidade de Genética	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Isabel Flausino de Paiva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Chemical Engineering/Radwaste Treatment Technologies	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Lúcia Vital Belchior	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biomédica e Biofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Salvatore di Maria	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Experimental Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

José Manuel Rodrigues Afonso	Assistente convidado ou equivalente	Licenciado	Engenharia	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Tiago Mateus Madaleno	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Biomédica e Biofísica - Radiações para diagnóstico e terapêutica	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando Manuel Godinho Rodrigues	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biofísica	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Guilhermina Cantinho	Professor Associado convidado ou equivalente	Mestre	Medicina	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joaquim Carrasqueiro Marçalo de Almeida	Investigador	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rosa Maria Salgueiro Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Georrecursos / Georesources	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernanda Marujo Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Helena Pena	Assistente convidado ou equivalente	Licenciado	Medicina	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Margarida Isabel Camacho Caldeira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Joaquim Marques Venâncio	Professor Catedrático ou equivalente	Licenciado	Medicina	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filomena Imaculada A N T Santos	Professor Catedrático convidado ou equivalente	Licenciado	Medicina	0	<a href="#">Ficha submetida</a>
				<b>3990</b>	

<sem resposta>

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

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

##### 3.4.1.1. Número total de docentes.

50

##### 3.4.1.2. Número total de ETI.

39.9

#### 3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

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

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	37	92.731829573935

### 3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

#### 3.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor / Academically qualified teaching staff – staff holding a PhD

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	36.9	92.481203007519

### 3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	36.9	92.481203007519
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0

### 3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

#### 3.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	36.9	92.481203007519
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0

## 4. Pessoal Não Docente

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

*O funcionamento do 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 lecionação das Unidades Curriculares, no Campus Tecnológico e Nuclear (UCs lecionadas por docentes do DECN) e no Campus da Alameda (UCs lecionadas por docentes do Departamento de BioEngenharia (DBE) e do Departamento de Física (DF)), do IST.*

*Número total (estimativa): 10 (diversos laboratórios acima referidos), dedicação exclusiva.*

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

*The operation of the Master's Course will be supported by the secretariat of the Department of Nuclear Sciences and Engineering (DECN) of IST, as well as by personnel (technicians) attached to the laboratories where the Curricular Units will be taught, in the Campus Tecnológico e Nuclear (CUs with teaching staff from DECN) and in the Campus Alameda (CUs with teaching staff from the Department of BioEngineering (DBE) and Department of Physics (DF)). of IST.*

*Total number (estimate): 10 (multiple aforementioned laboratories), full-time.*

**4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.***Secretariado - 2 pessoas, dedicação exlcusiva. Formação de nível secundário.**Técnicos de laboratório - 8 pessoas, dedicação exclusiva. Qualificações académicas: licenciatura ou Mestrado.***4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.***Secretariat - 2 staff, full time. High School education.**Laboratory technicians - 8 staff, full time. Academic qualifications: bachelor degree ("licenciatura") or Master's degree.***5. Estudantes****5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Total de estudantes inscritos.****14****5.1.2. Caracterização por género****5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender**

<b>Género / Gender</b>	<b>%</b>
Masculino / Male	29
Feminino / Female	71

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

<b>Ano Curricular / Curricular Year</b>	<b>Nº de estudantes / Number of students</b>
1º ano curricular do 2º ciclo	5
2º ano curricular do 2º ciclo	9
	<b>14</b>

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

	<b>Penúltimo ano / One before the last year</b>	<b>Último ano/ Last year</b>	<b>Ano corrente / Current year</b>
N.º de vagas / No. of vacancies	15	15	15
N.º de candidatos / No. of candidates	10	3	7
N.º de colocados / No. of accepted candidates	10	0	5
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	6	0	5
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

**5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes**

**5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.**

*Parte dos alunos do MPSR são trabalhadores empregados; os restantes são maioritariamente recém licenciados em estabelecimentos do Ensino Superior. A esmagadora maioria dos alunos que concluíram as 3 primeiras edições estão empregados, exercendo atividade profissional, entre outras instituições, na APA (Agência Portuguesa do Ambiente, autoridade reguladora para a Proteção Radiológica) na IGAMAOT (Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, como inspetores de instalações radiológicas), em hospitais e empresas de prestação de serviços de Proteção Radiológica e Dosimetria.*

**NOTA:**

*Nas últimas 2 linhas da Tabela do ponto 5.2 ("Procura do ciclo de estudos") foi indicado o valor "0" em todos os campos de preenchimento pois, tal como consta nas orientações para o preenchimento:*

*(citação)*

*"Estes campos respeitam apenas a estudantes admitidos no 1º ano de licenciaturas e mestrados integrados."*

*(fim de citação)*

*Portanto o preenchimento não é requerido neste caso (o Ciclo de Estudos em apreço é um 2º ciclo de Bolonha).*

**5.3. Eventual additional information characterising the students.**

*Part of the MPSR students are working professionals; the remaining are graduates from Higher Education establishments. The majority of the students that concluded the 3 first editions are employed, undertaking their professional activity in, among others, the Portuguese Environment Agency (APA, regulatory authority for Radiation Protection), IGAMAOT ("Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território", as inspectors of radiological installations), in hospitals and companies providing Radiation Protection and Dosimetry services.*

**REMARK:**

*In the last 2 lines of the Table of section 5.2 ("Study's programme demand") the value "0" was identically provided in all fields because, as indicated in the guidelines for filling the form:*

*(citation)*

*"Estes campos respeitam apenas a estudantes admitidos no 1º ano de licenciaturas e mestrados integrados."*

*(end citation)*

*(translation: "these fields concern only students admitted to the 1st year of bachelor degree ("licenciaturas") and integrated Master's Programmes".*

*Therefore, no filling is requested in this case (this Study Programme is a 2nd Study Cycle).*

**6. Resultados****6.1. Resultados Académicos****6.1.1. Eficiência formativa.****6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency**

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	2	5	4
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	2	5	3
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	1
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

**Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.****6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de**

conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).

*n.a.*

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

*n.a.*

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

*O Ciclo de Estudos tem uma área científica principal (Proteção e Segurança Radiológica). Trata-se de um Ciclo de Estudos único em Portugal, sendo esta área científica também única mas colmatando uma deficiência ao nível da formação avançada no país.*

*Apesar da variedade das UCs obrigatórias e opcionais, abordando tópicos científicos na confluência da Física, Biologia e Química, associados às radiações ionizantes, avaliação dos seus efeitos biológicos, sua deteção, monitorização e quantificação e suas aplicações em praticamente todos os domínios de actividade, a grande maioria dos alunos tem aproveitamento e consegue concluí-las com sucesso, naturalmente com dificuldade variável consoante o seu “background”, sua atividade profissional (se aplicável), estudos académicos anteriores e disponibilidade*

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

*The Study Cycle has a main scientific area (Radiation Protection and Safety). It is a unique Study Cycle in Portugal, therefore this scientific area is also unique and allows to fill the gap in advanced training in the country.*

*Despite the diversity of mandatory and optional CUs, addressing scientific topics at the intersection of Physics, Biology and Chemistry associated to ionizing radiation, assessment of their biologic effects, their detection, monitoring and quantification and their applications in practically all sectors of activity, the vast majority of students successfully undergoes evaluation and completes them, naturally with a variable degree of effort, due to their background, professional activity (if applicable), previous academic studies and availability.*

6.1.4. Empregabilidade.

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

*O Ciclo de Estudos teve a sua 1ª edição no ano lectivo 2016-2017.*

*A metodologia do Observatório de Empregabilidade do IST, baseia-se em inquérito anual à situação profissional dos recém-diplomados de 2º Ciclos do IST. Os dados disponíveis tomaram como população inquirida os diplomados de 2º ciclo que concluíram o curso no ano letivo 2016-2017, pelo que não existem dados para o MPSR. Por outro lado, não existem dados disponíveis da DGEEC, pois a análise efetuada por esta entidade diz respeito ao período 2015-2018.*

*Parte dos alunos do MPSR são trabalhadores empregados; os restantes são maioritariamente recém licenciados em estabelecimentos do Ensino Superior. A esmagadora maioria dos alunos que concluíram as 3 primeiras edições estão empregados, exercendo atividade profissional, entre outras instituições, na APA (Agência Portuguesa do Ambiente, autoridade reguladora para a Proteção Radiológica) IGAMAOT (inspetores de instalações radiológicas), hospitais e empresas de serviços.*

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

*The 1st edition of the Study Cycle took place in the academic year 2016-2017.*

*The methodology of the Observatory of Employability of IST is based on a yearly survey to the professional situation of recent graduates of the IST 2nd Cycles. The data available is based on the population of graduates in the academic year 2016-2017 and therefore, no information is yet available for this Study Cycle. Also, there are no available data from the General Directorate of Statistics of Education and Science (DGEEC) because their analysis considers the period 2015-2018.*

*Part of the MPSR students are working professionals; the remaining are graduates from Higher Education establishments. The majority of the students that concluded the 3 first editions are employed, undertaking their professional activity in, among others, the Portuguese Environment Agency (APA, regulatory authority for Radiation Protection), IGAMAOT (inspectors of radiological installations), in hospitals and service companies.*

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

**A empregabilidade é elevada.**

**Algumas UCs abordam, de forma única em Portugal, pois não são lecionadas noutros Ciclos de Estudo de estabelecimentos do Ensino Superior, tópicos de elevada relevância científica e societal, em setores tais como a Saúde, indústria, Ambiente, regulação e investigação, adaptando os conteúdos teóricos à realidade profissional, o que contribui porventura para a elevada empregabilidade.**

**O contacto dos alunos com potenciais empregadores é promovido no âmbito de várias UCs.**

**A maior parte dos alunos que concluíram o Ciclo de Estudos e que não desempenhavam ainda atividade profissional, conseguiu encontrar emprego em instituições dos setores acima referidos. Alguns alunos iniciam atividade profissional ainda antes da conclusão do Ciclo de Estudos.**

**A perceção muito positiva dos potenciais empregadores acerca deste Ciclo de Estudos, sua relevância, qualidade da estrutura curricular e do Corpo Docente, tem sido manifestada à Coordenação do Ciclo de Estudos.**

#### 6.1.4.2. Reflection on the employability data.

**The employability level is high.**

**Some CUs address, in a unique manner because their topics are not taught in other Study Cycles of Higher Education establishments nationwide, topics of high scientific and societal relevance, in sectors such as Health, industry, Environment, regulation and research, adapting the theory concepts to the professional reality, what perhaps contributes to the high employability.**

**The contact of students with potential employers is promoted in the framework of several CUs.**

**Most students that concluded the Study Cycle and did not have previously a professional activity could find a job in institutions of the aforementioned sectors. Some students initiate their professional activity even before graduation.**

**The very positive perception of potential employers about the Study Cycle, its relevance, quality of the Curricular structure and teaching staff, have been transmitted to the Coordination of the Study Cycle.**

## 6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

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

**6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities**

<b>Centro de Investigação / Research Centre</b>	<b>Classificação (FCT) / Mark (FCT)</b>	<b>IES / Institution</b>	<b>N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers</b>	<b>Observações / Observations</b>
Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN)	MUITO BOM / VERY GOOD	Instituto Superior Técnico	16	Classificação 2019
Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN)	EXCELENTE / EXCELLENT	Instituto Superior Técnico	1	idem
Instituto de Bioengenharia e Biociências (IBB)	EXCELENTE / EXCELLENT	Instituto Superior Técnico	8	idem
Laboratório de Instrumentação e Partículas (LIP)	EXCELENTE / EXCELLENT	Instituto Superior Técnico	2	idem
Instituto de Sistemas e Robótica - LARSyS	EXCELENTE / EXCELLENT	Instituto Superior Técnico	2	idem
Centro de Estudos de Gestão	MUITO BOM / VERY GOOD	Instituto Superior Técnico	2	idem

#### Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

### 6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com



revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/4a8cff8a-93b7-3d54-abd1-5fcbd45b4a93>

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/4a8cff8a-93b7-3d54-abd1-5fcbd45b4a93>

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

*Vários docentes do Ciclo de Estudos são:*

*- Responsáveis pela operacionalização de laboratórios, equipamentos e infraestruturas em que são prestados, ao nível nacional e em apoio à execução de políticas públicas associadas às aplicações das radiações ionizantes, serviços relacionados com gestão de resíduos radioativos, medição da radioatividade no ambiente (Programa de Vigilância Radiológica Ambiental) e em bens de consumo (águas, leites, alimentos, etc.), medição da concentração de radão em habitações (em parceria com a DECO), avaliação dos efeitos biológicos e da lesão induzida pela exposição acidental de trabalhadores a radiações ionizantes, etc.*

*- Representantes de Portugal em diversas Comissões e Grupos de Trabalho da União Europeia, Agência Internacional para a Energia Atómica, etc.*

*- Representantes do IST em plataformas de investigação europeias na área da Proteção Radiológica*

*- Representantes do IST em plataformas europeias de Educação e Treino em Proteção Radiológica*

*- Palestrantes e lecionadores de Cursos de Formação, de duração e níveis variáveis, para “first responders” (policías, bombeiros, etc.), trabalhadores de empresas dos setores hospitalar, industrial, etc.*

*- Promotores de atividades de divulgação e disseminação relacionadas com as radiações ionizantes, suas aplicações e efeitos biológicos potencialmente detrimenais para a saúde*

*- Organizadores de Conferências, Workshops, Escolas, Cursos e outras ações de promoção, divulgação e discussão de conhecimentos sobre tópicos diversos em Proteção e Segurança Radiológica, internacionais e nacionais*

*- Interlocutores privilegiados de diversos “stakeholders”, nacionais e internacionais, nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, Energia, Regulação, Investigação e Segurança.*

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

*Several teachers of the Study Cycle are:*

*- Responsibles for the operation of laboratories, equipment and infrastructures used to provide, nationwide and in support of public policies related to the use of ionizing radiation, services related to radioactive waste management, radioactivity monitoring in the environment (National Programme of Environmental Monitoring) and in consumer goods (water, milk, foodstuffs, etc.), determination of the radon concentration in dwellings (in partnership with DECO – Consumer Defense), assessment of the biological effects and damage induced by accidental exposure to ionizing radiation, etc.*

*- Portuguese representatives in Committees and Working Groups of the European Union International Atomic Energy Agency, etc.*

*- IST representatives in European technology and research platforms related to Radiation Protection*

*- IST representatives in European platforms of Education and Training in Radiation Protection*

*- Invited lecturers and trainers in Training Courses of variable duration, to “first responders” (police, firemen), workers of companies in the health and industrial sectors, etc.*

*- Promoters of outreach activities related to ionizing radiation, their applications and biological effects potentially detrimental for health*

*- Organizers of international and national Conferences, Workshops, Schools and other actions of promotion, discussion and dissemination of knowledge about Radiation Protection topics*

*- Contact points of different stakeholders, national and international, in the sectors of Health, Industry, Environment, Energy, Regulation, Research and Services.*

6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais,

incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

*Nos últimos anos, a maioria dos docentes do Ciclo de Estudos tem uma atividade sustentada de participação em:*

- *Cerca de 30 projetos internacionais, conduzidos por consórcios congregando em alguns casos várias dezenas de instituições, financiados pelos Programas Quadro (PQ) da União Europeia (6º PQ, 7º PQ e Horizonte 2020), nas áreas da dosimetria, gestão de resíduos radioativos, radioatividade ambiente, emergências radiológicas e nucleares, educação e treino, etc., num montante total de cerca de 1.5 M€*
- *8 redes de excelência e plataformas de investigação europeias nas múltiplas vertentes da Proteção Radiológica*
- *Cursos ministrados pela Agência Internacional para a Energia Atómica (AIEA), em alguns casos como palestrantes convidados*
- *Comissões Científicas e Organizadoras de várias dezenas de Conferências, Workshops e Escolas, internacionais e nacionais, abordando aspetos de Proteção e Segurança Radiológica*
- *Projetos financiados pela FCT (cerca de 10, num montante superior a 0,5 M€)*

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

*In recent years, the majority of the teaching staff has a sustained activity of participation in:*

- *Approximately 30 international projects, conducted by consortia of, in some cases, dozens of institutions, funded by the Framework Programmes of the EUROPEAN Union (6th FP, 7th FP and Horizon 2020), in area such as dosimetry, radioactive waste management, environmental radioactivity, radiological and nuclear emergencies, education and training, etc., totaling a funding amount of approximately 1.5 M€*
- *8 European research platforms and networks of excellence, in multiple strands of Radiation protection and Safety*
- *Training Courses conducted under the auspices of the International Atomic Energy Agency (IAEA), in some cases as invited lecturers*
- *Organizing and Scientific Committees of tens of international and national Conferences, Workshops and Schools, addressing Radiation Protection and Safety topics*
- *Projects funded by the FCT (approximately 10, total funding in excess of 0,5M€)*

### 6.3. Nível de internacionalização.

#### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

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

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	5
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	0
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

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

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

*Docentes do Ciclo de Estudos participam/participaram em atividades das seguintes redes, plataformas e projetos internacionais:*

- *ENEN (European Nuclear Education Network) - rede de 65 instituições, na maioria europeias*
- *EUTERP (European Training and Education in Radiation Protection)- rede com 26 membros europeus*
- *ENETRAP-III (European Network on Education and Training in Radiological Protection) - projeto europeu, 2014-2018, 13 membros europeus*
- *PETRUS-III (Implementing Sustainable E&T Programmes in the Field of Radioactive Waste Disposal) - projeto europeu, tendo docentes do CE lecionado aulas no contexto de ações de E&T promovidas pelo consórcio de 21 instituições de 12 países europeus*
- *Erasmus+: três docentes do CE foram orientadores no IST de “trainees” de Universidades italianas (Bolonha e Turim) e romenas (Jasi)*

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

*Teaching staff from the Study Cycle participated in activities of the following networks, platforms and international projects:*

- *ENEN (European Nuclear Education Network) – network of 65 institutions, mainly from European countries*
- *EUTERP (European Training and Education in Radiation Protection) – network of 26 European members*

- **ENETRAP-III (European Network on Education and Training in Radiological Protection) – European project, 2014-2018, 13 European members**
- **PETRUS-III (Implementing Sustainable E&T Programmes in the Field of Radioactive Waste Disposal) – European project, with several teachers of the Study Cycle lectured classes in the framework of E&T actions promoted by the Consortium, gathering 21 institutions in 12 European countries**
- **Erasmus+: three teachers of the Study Cycle supervised at IST trainees from Italian (Bologna and Torino) and Romanian Universities (Iasi)**

#### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

---

##### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

*Os dados sobre a eficiência formativa da subsecção 6.1.1 relativos ao ano letivo 2019/2020 não são ainda definitivos. Devido à pandemia COVID-19, o prazo para apresentação pública e discussão das dissertações de Mestrado foi prorrogado até 31 de Janeiro de 2021 (depois da data de preenchimento deste formulário).*

**NOTA BENE:** os resultados relativos à eficiência formativa e outros dados estatísticos que constam no "Relatório Anual de AutoAvaliação" fornecido na subsecção 7.1.2, dizem respeito aos anos letivos 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 e não incluem dados relativos aos anos letivos 2019/2020 e 2020/2021. Pelo que poderão existir diferenças com os dados da Tabela da subsecção 6.1.1. ("Eficiência formativa").

##### 6.4. Eventual additional information on results.

*Data about the graduation efficiency in sub-section 6.1.1. related to the academic year 2019/2020 are not yet definitive. Due to the COVID-19 pandemic, the deadline for public presentation and discussion of the dissertations was extended to 31 January 2021 (after the date this form was filled).*

**NOTA BENE:** the results related to the graduation efficiency and other statistical data provided in the Annual Self Assessment Report ("Relatório Anual de AutoAvaliação") provided in sub-section 7.1.2. are related to the academic years 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 and do not include data relative to the academic years 2019/2020 e 2020/2021. As such, differences with the data provided in the Table of sub-section 6.1.1. ("Graduation efficiency") may exist.

## 7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

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

---

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

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

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

*Sim*

#### 7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

[http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03\\_00.pdf](http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03_00.pdf)

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

[7.1.2.\\_r3a\\_mpsr\\_2018\\_19\\_c.pdf](#)

### 7.2 Garantia da Qualidade

---

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

*<sem resposta>*

**7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of**

the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

<no answer>

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

### 8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

---

#### 8.1.1. Pontos fortes

- *Equipa de docentes multidisciplinar com extensa experiência de lecionação, desenvolvendo atividades nas múltiplas vertentes da Proteção e Segurança Radiológica (PSR) e nas áreas das Ciências da Vida, da Saúde e do Ambiente;*

- *Utilização de infraestruturas e laboratórios únicos em Portugal, de apoio às atividades de lecionação;*

- *Contacto prático com equipamentos, geradores e detetores de radiações ionizantes;*

- *Membros da equipa associam atividades de investigação a atividades de prestação de serviços à comunidade em*

**PSR, o que possibilita a partilha de exemplos práticos relacionados com essas atividades profissionais;**

- **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 profissionais e outros “stakeholders” do meio hospitalar, industrial, do ambiente, da engenharia, da prestação de serviços e da regulação;**
- **Unidades Curriculares cobrindo um vasto leque de abordagens de ensino e formação: teórica, computacional, prática e laboratorial/experimental;**
- **Várias UCs são lecionadas por um leque diversificado de especialistas, permitindo aos alunos desenvolver abordagens multidisciplinares e sob diversas perspetivas dos tópicos em apreço e melhor compreender a interação da PSR com diferentes áreas científicas;**
- **Proximidade entre alunos e docentes que permite criar um ambiente excecional de partilha e discussão;**
- **Docentes empenhados em tornar a aprendizagem tão interessante quanto possível, mantendo os alunos motivados;**
- **Docentes abertos à possibilidade de marcação de horas, fora do horário de trabalho, para esclarecimento de dúvidas;**
- **Docentes disponíveis para aulas extra a alunos trabalhadores;**
- **Existe atualmente um déficit de profissionais e empresas com formação e competências na área da Proteção e Segurança Radiológica.**

#### **8.1.1. Strengths**

- **Multidisciplinary teaching staff team with extensive experience, developing activities in multiple areas of Radiological Protection and Safety (RPS) and in the fields of Life Sciences, Health and Environment;**
- **Use of unique infrastructure and laboratories in support of teaching activities;**
- **Practical contact with ionizing radiation equipment, generators and detectors;**
- **Team members conduct research activities as well as community service activities in RPS, allowing the sharing of practical examples from these professional activities;**
- **Knowledge of the operational and legislative aspects of the RPS;**
- **Experience of participation in European projects addressing topics such as the mutual recognition of knowledge, skills and competencies, the harmonization of training and education content in RPS, enhancing the internationalization of the study cycle;**
- **Existing interaction with professionals and other stakeholders from hospitals, industry, environment, engineering, services and the regulatory sectors;**
- **Curricular units encompass a wide range of learning and training methods: theoretical, computational, practical and laboratory/experimental;**
- **Several UCs are taught by a diversified range of specialists, allowing students to develop multidisciplinary approaches and from multiples perspectives of the underlying topics and to better understand the interaction of RPS with different scientific areas;**
- **Proximity between students and teachers that creates an exceptional environment of sharing and discussion;**
- **Teaching staff committed to making learning as interesting as possible, keeping students motivated;**
- **Teaching staff open to the possibility of scheduling hours, outside working hours, to clarify doubts;**
- **Teaching staff available to give extra classes for working students;**
- **There is currently a shortage of professionals and companies with training and skills in the area of Radiological Protection and Safety.**

### 8.1.2. Pontos fracos

- ***Incerteza na implementação da transposição da Diretiva 2013/59/EURATOM da União Europeia para o ordenamento jurídico nacional (através do Decreto-Lei 108/2018 e portarias associadas, algumas das quais ainda não publicadas) relativamente ao reconhecimento pela autoridade reguladora nacional da qualificação profissional como “Especialistas em Proteção contra Radiações”, com implicações na empregabilidade dos futuros Mestres em Proteção e Segurança Radiológica;***
- ***Eventuais dificuldades de inscrição e participação de profissionais, devido ao funcionamento em regime diurno presencial;***
- ***Eventual concorrência com outros ciclos de estudos no que diz respeito à captação de alunos;***
- ***Limitado número de UCs ou módulos de UCs abordando tópicos relacionados com as aplicações industriais das radiações ionizantes;***
- ***Reduzida mobilidade de estudantes e docentes;***
- ***Falta de alguns tipos de sistemas de deteção de radiação mais modernos para aulas experimentais;***
- ***Número insuficiente de alguns instrumentos laboratoriais, designadamente microscópios.***

### 8.1.2. Weaknesses

- ***Uncertainty in the implementation of the transposition of Directive 2013/59 / EURATOM of the European Union into the national legal framework (by the Decree-Law 108/2018 and associated legislation/ordinances, some of which have yet to be published) regarding the recognition by the national regulatory authority of the professional qualification as Radiation Protection Experts and its implications on the employability of future graduates as Masters in Radiation Protection and Safety;***
- ***Eventual difficulties in the enrollment and participation of professionals, due to the daytime schedule of presencial classes;***
- ***Eventual competition with other Study Cycles in attracting potential students;***
- ***Limited number of CUs or CU modules addressing topics related to the industrial applications of ionizing radiation;***
- ***Reduced mobility of students and teaching staff;***
- ***Lack of some new types of modern radiation detection systems in the experimental classes;***
- ***Insufficient number of some laboratory instruments, namely microscopes.***

### 8.1.3. Oportunidades

***Trata-se do primeiro e inovador ciclo de estudos especificamente dedicado à Proteção e Segurança Radiológica (PSR) em Portugal e permitirá:***

- ***Colmatar e mitigar deficiências de educação e formação em PSR em Portugal em tópicos científicos, tecnológicos, técnicos, socioeconómicos, éticos, jurídicos, legislativos;***
- ***Fomentar atividades de investigação de vanguarda em áreas como os efeitos biológicos das radiações ionizantes, dosimetria, metrologia, resíduos radioativos e radioatividade ambiente;***
- ***Intensificar a colaboração com os meios hospitalar, industrial, da engenharia e da prestação de serviços, através de trabalhos a efetuar no âmbito das componentes práticas ou teórico-práticas de algumas UCs ou de dissertações de Mestrado;***
- ***Aumentar a perceção do risco radiológico e promover uma cultura de segurança radiológica nos alunos, de atores e decisores nos meios anteriormente referidos e na população;***
- ***Alertar e sensibilizar para a importância sobre os aspetos de perceção, avaliação, comunicação e gestão de risco, quando se abordam temas como os riscos radiológico e nuclear;***
- ***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;***

***Por ser um Mestrado recente, o mercado não está saturado de profissionais com educação e formação na área, existindo de momento um défice de empresas e profissionais da área da Proteção e Segurança Radiológica.***

**8.1.3. Opportunities**

*This is the first and innovative cycle of studies specifically dedicated to Radiological Protection and Safety (RPS) in Portugal and will allow:*

- *To address, mitigate and fill the gaps in education and training in RPS in Portugal on scientific, technological, technical, socioeconomic, ethical, legal and legislative topics;*
- *To foster leading edge research activities in areas such as the biological effects of ionizing radiation, dosimetry, metrology, radioactive waste and ambient radioactivity;*
- *To strengthen the cooperation with the health/hospital, industrial, engineering and service sectors, through work carried out within the scope of the practical or theoretical-practical components of some UCs or Master's degree dissertations;*
- *To increase the perception of radiological risk and to promote a radiological safety culture among students, actors and decision-makers in the aforementioned sectors and the population in general;*
- *To alert and increase the awareness about the importance of risk perception, assessment, communication and management, when addressing topics such as radiological and nuclear risks;*
- *To increase the pivotal role played by IST in Higher Education in Portugal and in supporting the Portuguese State in the implementation of RPS policies and obligations;*

*As it is a recent Master's Degree, the market is not saturated of professionals with education and training in the area, and there is currently a shortage of companies and professionals in the area of Radiological Protection and Safety.*

**8.1.4. Constrangimentos**

- *Sustentabilidade do Ciclo de Estudos afetada pela conjuntura socioeconómica nacional e por instabilidade legislativa relevante para a Proteção e Segurança Radiológica (PSR) e para o reconhecimento e certificação de profissionais qualificados em proteção radiológica;*
- *Concorrência com outros ciclos de estudos existentes noutras áreas, a nível nacional;*
- *Alterações recentes e ainda não terminadas na regulação referente a utilização das radiações ionizantes e da PSR, nos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, etc.;*
- *Ausência de garantia que os conhecimentos, capacidades, competências e qualificações dos futuros Mestres em PSR sejam devidamente reconhecidos;*
- *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.*

**8.1.4. Threats**

- *The sustainability of the Study Cycle is affected by the national socioeconomic situation and by unstable relevant legislation for Radiological Protection and Safety (RPS) and for the recognition and certification of qualified professionals in radiological protection;*
- *Competition with other Study Cycles existing in other areas, nationwide;*
- *Recent and not yet completed, changes in the regulations regarding the use of ionizing radiation and RPS, in the sectors of Health, Industry, Environment, etc.;*
- *Lack of guarantee that the knowledge, skills, competences and qualifications of future Masters in RPS are duly recognized;*
- *Lack of clarification of policies related to RPS in Portugal, namely in terms of regulations, training and support for research and development in RPS.*

**8.2. Proposta de ações de melhoria**

---

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

**AM1 – Reforço de tópicos específicos das aplicações industriais das radiações ionizantes (com vertente teórica e**

*prática/observacional em campo) em algumas UCs.*

**AM2 – Melhorar adequação do número médio de horas de trabalho e do esforço requerido nas UCs “Radioatividade Ambiente” e “Simulação por Métodos Monte Carlo”, ao correspondente número de ECTS.**

**AM3 – Reforço de parcerias com instituições e empresas dos setores da Saúde, Indústria, Ambiente, Energia, Segurança, Serviços, etc., facilitadoras de trabalhos de Mestrado e de estágios de duração variável.**

**AM4 – Reforço da internacionalização do Ciclo de Estudos, promovendo a mobilidade “in” e “out” de estudantes e docentes.**

**AM5 – Incremento da utilização de plataformas e TICs, de apoio a ensino remoto e à avaliação, facilitando a captação de profissionais oriundos de todo o território nacional, a sua inscrição como alunos do Ciclo de Estudos e a sua participação e avaliação remotas e/ou assíncronas.**

**AM6 – Intensificação dos contactos com a Autoridade Reguladora e outras entidades no sentido de um ainda melhor reconhecimento da mais valia do Ciclo de Estudos, na formação, educação e treino de especialistas em Proteção e Segurança Radiológica.**

**AM7 - Atualização de sistemas de deteção de radiação com realização de investimentos na aquisição de novos equipamentos.**

**AM8 – Atualização de microscópios para apoio de aulas de efeitos biológicos das radiações e actividades de radiobiologia e, com realização de investimentos na aquisição de novo equipamento.**

#### 8.2.1. Improvement measure

**AM1 – To emphasize and strenghten, in some CUs, specific topics devoted to the industrial applications of ionizing radiation (theory and practical/field components).**

**AM2 – To improve the adequacy between the average number of working hours and effort required in the CUs “Environmental Radioactivity” and “Monte Carlo Simulation Methods” and the corresponding number of ECTS.**

**AM3 – Reinforcement of partnerships with institutions and companies from the Health, Industry, Environment, Energy, Security, Services, etc., to facilitate and enable Master theses´ works and internships of variable duration.**

**AM4 – Strenghtening of the internationalization of the Study Cycle, promoting the “in” and “out” mobility of students and faculty.**

**AM5 – To increase the use of platforms and ICTs, in support of remote learning and assessment, facilitating the enrollment of professionals allover in the national territory as students of the Study Cycle and their remote and/or asynchronous participation and assessment.**

**AM6 – Intensification of the contacts with the Regulatory Authority and other entities towards a better recognition of the added value of the Study Cycle in education and training of experts in Radiation Protection and Safety.**

**AM7 – Investment to purchase new detection systems and update the existing ones.**

**AM8 – Investment to purchase new microscopes and update the existing ones, in support of classes on biological effects of radiation and radiobiology-related activities.**

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

**AM1 – Prioridade alta, tempo de implementação: 3 meses**

**AM2 – Prioridade alta, tempo de implementação: 3 meses**

**AM3 – Prioridade alta, tempo de implementação: 1 ano**

**AM4 – Prioridade alta, tempo de implementação: 2 anos**

**AM5 - Prioridade alta, tempo de implementação: 1 ano**

**AM6 - Prioridade alta, tempo de implementação: 2 anos**

**AM7 – Prioridade média, tempo de implementação: 3 anos**

**AM8 - Prioridade média, tempo de implementação: 3 anos**

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

**AM1 – High priority, implementation time: 3 months**

**AM2 – High priority, implementation time: 3 months**

**AM3 – High priority, implementation time: 1 year**

**AM4 – High priority, implementation time: 2 years**

**AM5 - High priority, implementation time: 1 year**



- AM6 - High priority, implementation time: 2 years**  
**AM7 – Medium priority, implementation time: 3 years**  
**AM8 – Medium priority, implementation time: 3 years**

### 8.1.3. Indicadores de implementação

- AM1 – UCs (EBR, MRISI, PPSR, RSARI) com módulos específicos em aplicações industriais das radiações ionizantes.**  
**AM2 – Os docentes responsáveis vão adaptar o conteúdo programático das UCs ao número médio de horas de trabalho e do esforço realizado pelos alunos.**  
**AM3 – 5 novos protocolos de colaboração com entidades dos setores da Saúde, Indústria e Ambiente.**  
**AM4 – 10% de alunos estrangeiros no Ciclo de Estudos; 10% dos docentes do CE são estrangeiros.**  
**AM5 – 33% das UCs utilizam a plataforma Moodle; disseminação do uso das plataformas Zoom ou equivalente para lecionação de aulas de tipologia T, TP.**  
**AM6 – Protocolo de colaboração assinado entre a Autoridade Reguladora e o IST reconhecendo a importância de estágios e outras ações de E&T em Proteção e Segurança Radiológica organizadas no âmbito do Ciclo de Estudos.**  
**AM7 – Aquisição de 3 novos sistemas de deteção de radiação para os laboratórios do Ciclo de Estudos.**  
**AM8 – Aquisição de um microscópio para os laboratórios da UC EBR do CE.**

### 8.1.3. Implementation indicator(s)

- AM1 – CUs (EBR, MRISI, PPSR, RSARI) with specific modules devoted to the industrial applications of ionizing radiation.**  
**AM2 – The responsible teachers will adapt the contents of their CUs to the number of working hours and effort required to students.**  
**AM3 – 5 new collaboration protocols with entities in the Health, Industry and Environment sectors.**  
**AM4 – 10% of foreign students in the Study Cycle; 10% of teachers are foreign.**  
**AM5 – 33% of the CUs use the Moodle platform; dissemination of the use of platforms such as Zoom or equivalent for T (theory) and TP (theory with problems solving) classes.**  
**AM6 – Protocol signed between IST and the Regulatory Authority formally recognizing the importance of internships and other E&T action in Radiation Protection and Safety promoted in the framework of the Study Cycle.**  
**AM7 – Purchase of 3 new radiation detection systems for the laboratories of the Study Cycle.**  
**AM8 – Purchase of a microscope for the laboratories of the CU EBR of the Study Cycle.**

## 9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

### 9.1. Alterações à estrutura curricular

#### 9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

*O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas” - CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22.*

*As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:*

- Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;
- Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);
- Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12 ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30 ECTS);
- Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;
- Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));

**- A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e iii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.**

**- Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;**

**- Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HACS);**

**- Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;**

**- Reforço das valências em computação e programação;**

**- Aumento da formação em empreendedorismo e inovação**

**- Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

**Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.**

### **9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.**

**Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today's world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the "Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP" was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST's pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST "Princípios enquadraoadores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122". PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22.**

**The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:**

**- Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;**

**- Change to CUs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);**

**- Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**

**- Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**

**- Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC "Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**

**- At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and iii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**

**- Curricular recognition of extracurricular activities;**

**-Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**

**- Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**

**- Reinforcement of computing and programming skills;**

**- Increased training in entrepreneurship and innovation**

**- Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

**More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.**

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

### 9.2. Tronco Comum

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Tecnologias Nucleares e Proteção Radiológica / Nuclear Technologies and Radiation Protection	TNPR	57	6	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Ciências Biológicas / Biological Sciences *	CBiol	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Física de Partículas e Física Nuclear / Particle Physics and Nuclear Physics *	FPaFN	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Ciências Químicas e Radiofarmacêuticas / Chemical and Radiopharmaceutical Sciences *	CQR	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
-	-	0	6	* Escolher 6 ECTS em UCs opcionais nas ACs: CBiol, FPaFN, CQR, supra mencionadas.
Opções Livres / Free Options **	OL	0	21	** Elenco de UCs opção e Minors é fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.
Área Científica em Tecnologias Nucleares e Proteção Radiológica / Scientific Area in Nuclear Technologies and Radiation Protection	ACTNPR	30	0	
<b>(7 Items)</b>		<b>87</b>	<b>33</b>	

### 9.2. Minor (Opcional)

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

#### 9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable). *Minor (Optional)*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Opções-Todas as áreas científicas do IST/Options-All scientific areas of IST *	OL	0	18	*Escolher 18 ECTS coerentes p/ obter um Minor, de acordo c/ determinado na lista Minors public./ano
<b>(1 Item)</b>		<b>0</b>	<b>18</b>	

## 9.3. Plano de estudos

### 9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 2º Semestre

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

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;no answer&gt;

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1st Year / 2nd Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Radioatividade Ambiente / Environmental Radioactivity	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	
Simulação por Métodos de Monte Carlo / Monte Carlo Simulation Methods	TNPR	Semestral	84	T - 7.00; TP - 14.00	3	
Proteção e Segurança Radiológica em Radioterapia / Radiation Protection and Safety in Radiotherapy	TNPR	Semestral	168	TP - 28.00; PL - 21.00	6	A Unidade Curricular funciona em meio hospitalar, no Serviço de Radioterapia do IPOLFG.
Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear / Radiation Protection and Dosimetry in Radiology & Nuclear Medicine	TNPR	Semestral	168	TP - 28.00; PL - 21.00	6	A Unidade Curricular funciona no Serviço de Radiologia do IPOLFG (módulos de Radiologia, 7 semanas) e no Hospital de Santa Maria (módulos de Medicina Nuclear, 7 semanas).
Opção Livre/Atividades Extracurriculares / Free Option/Extracurricular Activities	OL	Semestral	84	n.a.	3	a) Escolher 3 ECTS em UC de 2º ou 3º ciclo do IST ou Atividades Extracurriculares.
Opção Livre 1 ou Minor 1/ Free Option 1 or Minor 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	b) Escolher 18 ECTS coerentes para obter um Minor ou UCs Opção do 2º ou 3º ciclo do IST.

**(6 Items)****9.3. Plano de estudos - - 2º Ano / 1º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;no answer&gt;

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano / 1º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****2nd Year / 1st Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Resíduos Radioativos / Radioactive Waste	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Projeto em Proteção e Segurança Radiológica / Project in Radiation Protection and Safety	TNPR	Semestral	168	TP - 28.00; S - 21.00	6	Projeto de Tese
Física e Engenharia Nuclear / Nuclear Physics & Engineering	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	a) Opção eletiva, escolher 6 ECTS
Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes / Risk and Safety in Applications of Ionizing Radiation	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	a) Opção eletiva, escolher 6 ECTS
Opção Livre 2 ou Minor 2/ Free Option 2 or Minor 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	b) Escolher 18 ECTS coerentes para obter um Minor ou UCs Opção do 2º ou 3º ciclo do IST.
Opção Livre 3 ou Minor 3/ Free Option 3 or Minor 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	b) Escolher 18 ECTS coerentes para obter um Minor ou UCs Opção do 2º ou 3º ciclo do IST.

(6 Items)

### 9.3. Plano de estudos - - 2º Ano / 2º Semestre

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

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

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

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

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica / Master's dissertation in Radiation Protection and Safety	ACTNPR	Semestral	840	OT-28	30	

(1 Item)

### 9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 1º Semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
1º Ano / 1º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

**1st Year / 1st Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Biologia Molecular / Molecular Biotechnology	CBiol	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a) Opção livre, escolher 6 ECTS
Efeitos Biológicos das Radiações / Biological Effects of Radiation	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria / Metrology of Ionizing Radiation in Health and Industry	TNPR	Semestral	84	T - 14.00; TP - 7.00	3	
Física da Radiação / Radiation Physics	FPaFN	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a) Opção livre, escolher 6 ECTS
Radioquímica / Radiochemistry	CQR	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a) Opção livre, escolher 6 ECTS
Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação / Systems and Techniques of Radiation Detection	TNPR	Semestral	168	T - 14.00; PL - 35.00	6	
História, Regulação e Desafios da Proteção e Segurança Radiológica / History, Regulation and Challenges of Radiation Protection and Safety	TNPR	Semestral	84	T - 14.00; TP - 7.00	3	
Dosimetria e Blindagem das Radiações / Radiation Dosimetry and Shielding	TNPR	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	

**(8 Items)**

**9.3. Plano de estudos - Minor (Opcional) - 1º Ano/2º Semestre e 2º Ano/1º Semestre**

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

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

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º Ano/2º Semestre e 2º Ano/1º Semestre*

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
*1 Year/2 Semester and 2 Year/1 Semester*

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Minor 1	OL	Semestral	168	n.a	6	
Minor 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	
Minor 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	

**(3 Items)**

**9.4. Fichas de Unidade Curricular****Anexo II - Radioactividade Ambiente**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Radioactividade Ambiente****9.4.1.1. Title of curricular unit:*****Environmental Radioactivity*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****TNPR*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****119.0*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Mário João Capucho dos Reis (34 h)*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****Maria José Bação Madruga (12 h)******José Alberto Gil Corisco (3 h)*****9.4.4. 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.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****To develop the knowledge and competences in the area of environmental radioactivity resulting from existing exposure situations, planned exposure situations and emergency exposure situations. Present to the students the main concepts regarding monitoring methodologies and assessment of radioactivity in the environment and the main as well as the advantages and limitations of the different measurement techniques. Discuss the possible applications of radioactivity in environmental sciences, namely the use of natural and anthropogenic radionuclides as tracers of complex environmental processes.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Radioactividade natural e antropogénica: origens, vias e doses de exposição; radionuclides 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: objectivos 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 acções 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.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**1. 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.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*O ensino será realizado através de aulas teóricas com recurso a meios audiovisuais e aulas práticas de exercícios e demonstração em ambiente laboratorial. Em semanas específicas poderão ser organizados seminários sobre temas de relevância para o conteúdo programático e apresentação e discussão de casos de estudo. A avaliação será efectuada através de trabalhos de grupo (grupos de 2/3) com apresentação e discussão em aula (40%) e exame final (60%).*

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

*The teaching will be given through theoretical classes by using audiovisual resources and practical classes of exercises resolution and demonstration on laboratory. Organization of seminars, in specific weeks, on relevant topics related to the programme will be considered. The grading will include the presentation and discussion of group works (40%) and a final test (60%).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e discussão de casos de estudo. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

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



**- Quantification of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments for radiological assessment, IAEA TECDOC 1616, 2009**

**Anexo II - Resíduos Radioactivos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Resíduos Radioactivos***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Radioactive Waste***

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

***TNPR***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***119.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist14513, Maria Isabel Flausino de Paiva, 33h***

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

***ist117494, Joaquim Marçalo, 8h***

***ist25475, Rosa Marques, 8h***

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

***Introduzir os alunos à problemática de geração, tratamento e gestão segura dos resíduos radioactivos (RR) que são produzidos em resultado do uso de fontes de radiação na saúde, indústria, E&I; Dotar os alunos de conhecimentos teóricos e práticos (tipos, origens e classificações de RR) assim como as tecnologias de tratamento existentes e em desenvolvimento no sentido de proteger o Ambiente; Familiarizar os alunos com as ferramentas de simulação actualmente usadas no estudo de soluções para os RR (repositórios). Dar a conhecer a realidade nacional nesta área e as experiências internacionais assim como os aspectos éticos e sociais da gestão de RR; Formar especialistas com competências várias na área dos RR (a nível de IDD e ET) como no domínio operacional, assim como no suporte à decisão das estratégias nacionais da gestão de RR.***

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

***To introduce the students to the issue of the safe management of radioactive wastes (RW) resulting from the use of radiation sources in health, industry, education, and research areas, to provide the students with theoretical and practical knowledge about RW as well as to treatment technologies already in place or in development, to better protect the Environment and the Biosphere, to familiarize the students with simulation tools currently used in the research of adequate solutions to dispose of RW (repositories), to allow the students to become acquainted with the national reality and the international experiences in RW, including the ethical and societal problems related to the management of RW (public acceptance), to educate and train experts in the area of RW for R&D&D, T&E, operational, development of communication tools with the Community, support the competent authorities to establish national RW management***

*policies and strategies and be an equal partner in international fora.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Identificação de práticas geradoras de resíduos radioactivos na saúde, indústria, investigação e ensino; Ciclo do combustível; Resíduos NORM.*

*Definições de RR, origens e classificações. Radiotoxicidade e geração de calor. Química dos actínídeos, migração/especação.*

*Gestão segura de RR. Desmantelamento de instalações radiológicas/nucleares. Fontes órfãs. Inventário de RR.*

*Protecção radiológica na gestão de RR. Liberação e isenção. Legislação nacional e recomendações internacionais. Transportes de RR.*

*Tecnologias de tratamento (processos de membrana, eléctricos, precipitação química, etc.). Partição/transmutação. Armazenamento temporário e acondicionamento definitivo. Confinamento em repositórios.*

*Geoquímica. Cinética de adsorção/desadsorção em geomateriais.*

*Métodos nucleares no estudo geoquímico e mineralógico de substratos (Mössbauer, AAN, etc). •Introdução à modelação (ex.:Comsol).*

*Aspectos sociais e éticos da gestão de RR. Comunicação com o público.*

#### 9.4.5. Syllabus:

*Identification of radioactive waste (RW) from health, industry, research, education, fuel cycle, and NORM. Orphan sources.*

*RW definitions, sources, and classifications. Radiotoxicity and heat generation. Actinide chemistry, migration/speciation.*

*Safe RW management. Wastes resulting from decommissioning of radiological/nuclear facilities. RW inventory. Clearance and exemption.*

*Radiological protection in the management of RW. Legislation and recommendations. Transports of RW.*

*Treatment technologies (membrane processes, electrical processes, etc.). Partition / Transmutation.*

*Predisposal and temporary storage, dry storage, and disposal (final packaging). Confinement in repositories (geological disposal).*

*Geochemistry. Adsorption / desorption kinetics in geomaterials.*

*Nuclear methods in the geochemical and mineralogical study of substrates (Mössbauer, AAN, etc).*

*Introduction to modeling (e.g.: COMSOL)*

*Societal and ethical aspects of RW management. Communication with the public.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competencies and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A avaliação consistirá em:*

*Realização de trabalho escrito, apresentação oral e discussão em aula (individual ou em grupo) de temas relacionados com a problemática dos resíduos radioactivos (30%).*

*Exame final (50%).*

*Parte laboratorial (20%).*

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

*Grading as following:*

*•Written work/paper, with oral presentation and discussion in class (individual or in group) of topics related to radioactive waste (30%)*

*•Final exam (50%)*

*•Lab/field work (20%)*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow fulfilling the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 4th Edition, G. Choppin, J.-O. Liljenzin, J. Rydberg, C. Ekberg, 2013, Elsevier, Amsterdam; Classification of Radioactive Waste, IAEA, 2009, IAEA SSS GSG-1; Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA, 2014, IAEA SSS SSG-29; Radiation Protection and NORM Residue Management in the Production of Rare Earths from Thorium Containing Minerals, n.a., 2011, SRS 68; Management of Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education, IAEA, 2005, SSS WS-G-2.7; Modelling in Science and Engineering: A brief introduction to COMSOL Multiphysics 5, A. de Campos Pereira et al., 2019 ISBN 9781795702348. , A. de Campos Pereira, 2019, ISBN 9781795702348. ; Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA , 2011, ISBN 9789201115102 ; Radiation Protection and Safety of Radiation Sources, IAEA , 2014, ISBN 9789201353108*

**Anexo II - Dosimetria e Blindagem das Radiações****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Dosimetria e Blindagem das Radiações*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Radiation Dosimetry and Shielding*

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

*TNPR*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*119.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, ist12286, carga lectiva: 42 h*

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

*Ana Lúcia Vital Belchior, ist90725, carga lectiva: 3,5 h*

*Salvatore di Maria, ist25576, carga lectiva: 3,5 h*

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

*Desenvolver e aprofundar os conhecimentos, aptidões e competências em:*

*- Aspectos do sistema internacional de Proteção Radiológica*

*- 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**

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

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

- *Aspects of the international system of Radiological Protection*
- *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*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- **O sistema internacional de Proteção Radiológica; estudos epidemiológicos, risco radiológico**
- **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**

**9.4.5. Syllabus:**

- *The international system of Radiological Protection; epidemiological studies; radiological risk*
- *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*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

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

**A avaliação incluirá séries de problemas (30%) em tópicos de dosimetria e blindagem das radiações, sendo, 2 testes intercalares (20% cada) e um exame final (30%).**

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

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

***The assessment will include series of problems (30%), 2 intermediate exams (20% each) and a final exam (30%).***

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de análise e discussão de "case studies" e de aulas de demonstração. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

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

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of classes of analysis and discussion of case studies and of demonstration classes, will allow to fulfill the intended learning outcomes, to strengthen the operational and empirical knowledge, skills and competence of students and to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***"Atoms, Radiation and Radiation Protection" (3rd edition), James E. Turner, 2007, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co;***

***"Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Frank Herbert Attix, 2004, Verlag GmbH & Co;***

***"Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians" (4th edition), Jacob Shapiro, 2002, Harvard University Press***

**Anexo II - Radioquímica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Radioquímica***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Radiochemistry***

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

***CQR***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***119.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

**António Manuel Rocha Paulo; IST126677; T-16, PL-12**

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

**- Fernanda Marujo Marques; IST25359; T-12, PL-9**

**9.4.4. 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.*

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

*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.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Módulo 1**

- Características nucleares e químicas dos elementos radioactivos mais importante;
- 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 radioactivos para o estudo de reacções químicas
- Métodos Analíticos Nucleares avançados aplicados às Ciências Biomédicas, Ambiente, Património e Materiais.

**9.4.5. 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.

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**- Exame: 50% (nota mínima: 10);**

**- Aulas laboratoriais de presença obrigatória e elaboração dos respectivos relatórios: 30% (nota mínima: 10);**

**- Apresentação e discussão de artigos científicos (20%) (nota mínima: 10);**

**A nota final a obter na Unidade Curricular resulta da ponderação das classificações obtidas nos diferentes elementos de avaliação.**

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

**Exam: 50% (minimum grade: 10)**

**Laboratory classes and respective lab reports: 30% (minimum grade: 10)**

**Flash and scientific paper presentations: 20% (minimum grade: 10)**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

**• The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different background and formation.**

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

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

**Anexo II - História, Regulação e Desafios da Proteção e Segurança Radiológica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**História, Regulação e Desafios da Proteção e Segurança Radiológica**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**History, Regulation and Challenges of Radiation Protection and Safety**

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

**TNPR**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**84.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**63.0**

**9.4.1.6. ECTS:****3.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ANTÓNIO MANUEL DA SILVA DE NAZARETH FALCÃO (T-14; TP-7)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***A unidade curricular aborda a evolução da Protecção e Segurança Radiológica (PSR) desde a percepção da sua necessidade até aos dias de hoje. Conhecimento sobre a situação actual e os desafios futuros será transmitido aos alunos. A aptidão de o 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 que subjaz à protecção contra as radiações ionizantes e a forma como o conhecimento foi norteando a evolução do quadro normativo.***

***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, bem como saber comunicar o risco associado.***

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

***This Curricular unit addresses the evolution of Radiation Protection and Safety (RPS) from the perception of its importance to the present day. Knowledge of the present situation as well as the future challenges will be transmitted to the student. The ability to put the knowledge into practice will be stimulated, enabling that in the course of 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 framework in which the RPS relies, and the way in which scientific knowledge guided the evolution of the legal Framework that it must comply with.***

***At the level of skills, the student must acquire the ability to apply the RPS concepts in specific situations in order to guarantee the safe use of ionizing radiation in different practices and installations, as well as the ability to communicate the associated radiologic risk.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Da descoberta da radioactividade à percepção da necessidade da PR***

***Breve abordagem de conceitos base de PR***

***Evolução do conhecimento e o enquadramento técnico-científico e normativo.***

***ICRP e comissões que a antecederam. Metodologias e evolução temporal das recomendações. O sistema de PR: justificação, optimização, risco potencial, estrutura de intervenção, avaliação.***

***Organizações internacionais. Enquadramento legal europeu e nacional.***

***O risco radiológico e técnicas da comunicação do risco***

***Cultura de segurança e o Programa de PR***

***Tópicos da PR no terreno.***

***Desafios da PSR***

**9.4.5. Syllabus:**

***From the discovery of radioactivity to the perception of the need of RP***

***Brief overview of basic concepts of RP***

***Evolution of knowledge, and its influence in the technical/scientific, and legal frameworks***

***ICRP and the commissions that preceded it. Methodologies and time evolution of recommendations. The RP system: justification, optimization, potential risk, intervention structure, evaluation.***

***International organisations. European and Portuguese legal frameworks.***

***Radiologic risk and techniques of risk communication.***



**Safety culture and the RP programme**  
**Topics of RP in the field**  
**Challenges of the RPS.**

- 9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*
- 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*
- 9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*A - Trab.(individual/grupo), incluindo apresentação e discussão em aula B - Teste escrito C1 - Trab. final (individual/grupo). Classificação deste trabalho contribuem para cada aluno: o conteúdo, a qualidade do documento usado na apresentação, o desempenho na apresentação e discussão C2 - (Em grupos de dois) Análise crítica do trabalho realizado por outros alunos, incluindo arguição da apresentação.  $0,15 \times A + 0,35 \times B + (0,40 \times C1 + 0,10 \times C2)$  em que A,B,C1 e C2 assumem valor entre 0 e 20*
- 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*A - Work, including presentation and discussion in class. B - Written test. C1 - Final work classification of this item it will be considered for each student: the contents of the work, the quality of the document used in the presentation, and the performance in the presentation and discussion. C2 - Crytical analysis of the work prepared and presented by other students, including arguing.  $0,15 \times A + 0,35 \times B + (0,40 \times C1 + 0,10 \times C2)$  Values for A, B, C1 and C2 range from 0 to 20*
- 9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*
- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*
- 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*European Radiation Protection Course (Basics), Philippe Massiot and Christine Jimonet, EDP Sciences, 2014, ISBN: 978-2-7598-0701-1; Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources Standard Syllabus , IAEA, 2002, ISSN 1018-5518; Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP, 2007, Publication No. 103, Ann. ICRP 37 (2-4) ; 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 , Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho, 2013, Diretivas 89/618/Euratom, 90/641 /Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom. ; Decreto-Lei 108/2018, de 3 de Dezembro, que transpõe a Directiva 2013/59/Euratom, do Conselho, de 5 de dezembro de 2013, Decreto-Lei 108/2018, 2013, Directiva 2013/59 /Euratom*

**Anexo II - Simulação por Métodos de Monte Carlo**

- 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Simulação por Métodos de Monte Carlo*
- 9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Monte Carlo Simulation Methods*
- 9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*TNPR*

**9.4.1.3. Duração:****Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****84.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****63.0****9.4.1.6. ECTS:****3.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****José Joaquim Gonçalves Marques, 100%****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Introdução à simulação do transporte de partículas utilizando métodos Monte Carlo, para o cálculo de grandezas dosimétricas e radiométricas. Utilização de simulações por métodos Monte Carlo em aplicações de protecção 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 secções eficazes associadas.***

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

***Introduction to the simulation of particle transport using Monte Carlo method and its use to calculate dosimetric and radiometric parameters. Discussion of relevant examples and comparison with analytical solutions in simple cases. Familiarization with state-of-the-art Monte Carlo codes and cross-section libraries.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1) História dos métodos de Monte Carlo. Geradores de números aleatórios. Cálculo de integrais.***
- 2) Métodos de amostragem. Estimadores e técnicas de redução de variância.***
- 3) Modelação de sistemas associados a aplicações médicas e industriais de radiações ionizantes.***
- 4) Cálculos dosimétricos e radiométricos em aplicações médicas e industriais de aceleradores de partículas, feixes de radiação e fontes e materiais radioativos. Dimensionamento de barreiras e blindagens contra radiações.***

**9.4.5. Syllabus:**

- 1) History of Monte Carlo methods. Random number generators. Calculation of integrals.***
- 2) Sampling methods. Scoring and variance reduction techniques.***
- 3) 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. Dimensioning radiation barriers and shielding.***

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

***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

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

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

***Fichas de exercícios (nota individual; 25% da nota final), Projeto final (nota de grupo; 50% da nota final) e Apresentação de projeto final (nota individual; 25% da nota final).***

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

***Reports on assignments (individual grade; 25% of final grade), Final project (group grade; 50% of final grade) and Presentation of final project (individual grade; 25% of final grade). Minimum grade of each component: 9.5/20.***

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

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

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***Monte Carlo Methods for Particle Transport, A. Haghghat, 2015, CRC Press, ISBN 978-1466592537; Exploring Monte Carlo Methods, W.L. Dunn, J.K. Shultis, 2012, Academic Press, ISBN 978-0444515759; Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry, P. Andreo et al., 2017, ISBN 978-3527409211***

**Anexo II - Física da Radiação**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Física da Radiação***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Radiation Physics***

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

***FPAFN***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***119.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

*Patrícia Carla Serrano Gonçalves, 42h semestrais (3 ECTS)*

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

*Bernardo Tomé, 42h semestrais (3 ECTS)*

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

*Familiarização com os processos de interacção da radiação com a matéria. Conhecer as aplicações dos mesmos a métodos de detecção, protecção e usos biomédicos e industriais da radiação. Promover acções "hands-on" em ambiente laboratorial de utilizações da radiação.*

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

*Familiarization with the processes of interaction of radiation with matter. knowledge of applications and methods of detection, protection and biomedical and industrial uses of radiation. Promote hands-on actions of radiation uses in the laboratory environment.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O que é a radiação? Perspetiva Histórica: De Roentgen a Rutherford: os primeiros modelos do átomo e do núcleo. A descoberta do zoo de partículas fundamentais. Interações fundamentais. Como é que a radiação interage com a matéria? Interações dos fótons com a matéria: efeito fotoelétrico, difusão de Compton e produção de pares, coeficientes de atenuação; interações das partículas carregadas com a matéria: a Equação de Bethe e Bloch, poder de paragem, alcance, pico de Bragg, Perda de energia por radiação e Energia crítica. Como é produzida a radiação? O núcleo e a radiação nuclear, declínios radioativos. Excesso de massa. A actividade das fontes radioactivas. Produção de radioisótopos. Equilíbrio radioativo. Reacções nucleares. Interações dos neutrões, produção e deteção, ativação. Aceleradores e raios cósmicos  
Modelos nucleares: Modelo da Gota Líquida e Formula Semi-Empírica da Massa; Modelo de camadas do núcleo, números mágicos, momento angular nuclear e da paridade.  
Aplicações.*

**9.4.5. Syllabus:**

*1.Nuclear and particle physic: Discovery of the nucleu; Rutherford experiment, the discovery of elementary particles. 2.Structure of matter. 2a) elementary particles and fundamental interactions: range and stength; Quarks, leptons, bosons. mesons and barions; quantum numbers, symmetries and conservation laws; Relativistic kinematics and natural system of units; Feynman diagrams 2b) Nuclear phenomenology and nuclear modes: nuclear masses, nuclear binding energy , nuclear stability (Zvs N), nuclear decay. Nuclear Radius, nuclear spin. Nuclear Models. 3.From Bing to Nucleosynthesis: 3a)The first seconds of the universe and the LHC: the discovery of the Higgs boson, the standard model of electroweak interactions (W and Z bosons) 3b) The formation of elements: primordial and stellar nucleosynthesis; neutron star collisions and the production of heavy elements. 4. The neutrino puzzle: Neutrino Mixing and Oscillations*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*componente teórica: exame (50%) + componente laboratorial: relatórios e discussão (50%)*

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

*Theoretical component: exame (50%) + laboratory component: reports and discussion (50%)*

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***
- 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Atoms, Radiation, and Radiation Protection, James E. Turner , 1995 , John Wiley & Sons, inc. ; Introductory Nuclear Physics , Keneth S. Krane, 1987, John Wiley; Nuclear and Particle Physics: An Introduction, Brian R. Martin, 2009, Wiley ; Radiation Detection and Measurement, C. F. Knoll, 2000, John Wiley ; Techniques for nuclear and particle physics experiments: a how-to approach, Leo, William R., 1987, Springer***

## **Anexo II - Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Sistemas e Técnicas de Detecção de Radiação***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Systems and Techniques of Radiation Detection***

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
***TNPR***

**9.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
***119.0***

**9.4.1.6. ECTS:**  
***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**  
***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**  
***<no answer>***

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
***ist25379, Nuno Rombert Pinhão, 25 horas (T: 14,00, PL: 11,00)***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
***ist25454, Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves (PL: 24,00)***

**9.4.4. 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.***

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

*Understand the physical or chemical underpinnings of radiation detection methods and systems used in radiation protection and safety. Understand the treatment of the resulting electrical signals. Master the principles of data acquisition, statistics and equipment control. Being able to install such detection systems, adjust electrical signals, take measurements and determine their reliability. Be able to identify malfunctions, their screening and propose corrective measures.*

**9.4.5. 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*

**9.4.5. Syllabus:**

- *Introduction: Count statistics. Uncertainties and their spread. Limits of detection. Distribution of counting intervals.*
- *Signal treatment and properties of radiation detectors: Transducers. Signal treatment. Noise. Temporal resolution. Detector model. Resolution in energy. Efficiency. Dead time. Single- and multi-channel analyzers. Boost Count. Amplitude measurement. Digital treatment.*
- *Simple detectors: Dash detectors. Photographic film. Fricke detector.*
- *Gas Detectors: Principles. Ionization chambers. Proportional detectors. Geiger regime. Applications.*
- *Scintillation Detectors: Principles. Organic scintillators. Inorganic scintillators. Light detection. Applications.*
- *Photo multipliers and photo diodes*
- *Scintillation Spectroscopy*
- *Diode Detectors: Applications*
- *Germanium Detectors: Principles. Resolution. Applications in gamma spectroscopy.*
- *Neutron detection: Slow neutron detection. Fast neutron detection*
- *Other detectors*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competencies and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A avaliação é contínua e baseia-se em 3 elementos (com a respectiva indicação dos pesos relativos na nota final):*

- *A resolução de séries de problemas após cada aula teórica [trabalho individual] (com um peso de 30%)*
- *A realização de trabalhos de laboratório e respectivos relatórios [grupos de 2-3 alunos] (35%)*
- *A apresentação oral e discussão de um assunto com base em artigos científicos fornecidos [trabalho individual] (35%)*

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

*The assessment is made along the chair and is based on 3 elements (with the respective relative weights in the final grade):*

- *Problem solving after each lecture [individual assignment] (weighing 30%)*
- *Laboratory work [groups of 2-3 students] (35%)*
- *Presentation and discussion of a subject based on scientific articles provided [individual work] (35%)*

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow fulfilling the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Radiation Detection and Measurement (3rd edition), G. Knoll, 2000, John Wiley and Sons; Physics & Engineering of Radiation Detection, Syed Ahmed, 2015, Elsevier; Gaseous Radiation Detectors, Fundamentals and Applications, Fabio Sauli, 2014, Cambridge Monograph; Semiconductor Radiation Detectors, Lutz, 2001, Springer; Solid-state Radiation Detectors, Salah Awadalla, 2015, CRC Press*

## **Anexo II - Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Risco e Segurança nas Aplicações das Radiações Ionizantes*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Risk and Safety in Applications of Ionizing Radiation*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*TNPR*

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*119.0*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**  
*Unidade curricular opcional.*

**9.4.1.7. Observations:**  
*The course unit is optional.*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Andreas Kling (ist25353), T-19;TP-14*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*Ana Cristina Fidalgo Palma Fernandes (ist30522), T-9;TP-7*

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*A unidade curricular visa levar os alunos a compreender o conceito de risco, incluindo a sua perceção, avaliação e comunicação, os princípios técnicos (incluindo conceitos básicos sobre os métodos da análise de segurança) e administrativos 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. Orientações relativo ao desenvolvimento do Programa de Proteção Radiológica e Planos de Emergência dessas instalações preparam os alunos para tarefas essenciais na proteção radiológica.**

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

**The curricular unit aims that the students understand the concept of risk, including its perception, evaluation and communication, the technical (including basic concepts of safety analysis strategies) and administrative principles of safety. 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. Orientation about the development of the Radiological Protection Programme and Emergency Plans of those facilities will prepare the students for these essential practical issues of radiological protection.**

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Conceito de risco.**
2. **Perceção, avaliação e comunicação de risco.**
3. **Conceitos em segurança nuclear e radiológica.**
4. **Riscos e segurança de instalações nucleares (exemplos: reator nuclear, ciclotrão).**
5. **Análise determinística e probabilística de segurança**
6. **Riscos e segurança de instalações radiológicas médicas e industriais (exemplos: radioterapia, irradiadores industriais, radiografia industrial).**
7. **Riscos e Segurança associados ao transporte de materiais radioativos e nucleares.**
8. **Programa de Proteção Radiológica, Planos de Emergência.**

#### 9.4.5. Syllabus:

1. **Concept of risk.**
2. **Perception, evaluation and communication of risk.**
3. **Nuclear and radiological safety concepts.**
4. **Risk and safety in nuclear installations (examples: nuclear reactor, cyclotron).**
5. **Deterministic and probabilistic safety analysis**
6. **Risk and safety in medical and industrial installations (examples: radiotherapy, industrial irradiators, radiography).**
7. **Risk and safety in the transport of radioactive and nuclear materials.**
8. **Radiological Protection Program, Emergency Programs.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por elaboração de um seminário, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, ativa e autónoma. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua (seminário, demonstração de competências transversais na resolução de problemas, componentes interativas durante as aulas teóricas e teórico-práticas, etc), compatível com a redução significativa do peso de avaliação pelo exame final (60%).**

**Pesos das componentes de avaliação: Exame final (60%), seminário (25%), competências transversais (15%)**

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

**The teaching methods intend to foster learning based on the resolution of problems and the elaboration of a seminar, thus reinforcing the practical component as well as the autonomous and active learning. The evaluation model contains elements for continuous evaluation (seminar, demonstration of soft skills in resolving real world problems, interactive components in the theoretical and application-related lessons etc.) compatible with a significant reduction of the weight of the final exam (60%).**

**Weights of the evaluation components: final test (60%), seminar (25%), soft skills (15%)**



**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Fundamental Safety Principles., IAEA, 2006, IAEA Safety Standards, Safety Fundamentals SF-1; Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: Int. Basic Safety Standards, IAEA, 2014, IAEA Safety Standards, General Safety Requirements Part 3 GSR Part 3; Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities, IAEA, 2010, IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide SSG-8; Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material., IAEA, 2018, No. SSR-6 ; The Risks of Nuclear Energy Technology, Springer , Günter Kessler , 2014, ; Tools for risk assessment in radiation therapy, P. Ortiz, 2012, Ann ICRP 41, 197-207*

## **Anexo II - Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Metrologia das Radiações Ionizantes na Saúde e Indústria*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Metrology of Ionizing Radiation in Health and Industry*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*TNPR*

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*84.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*63.0*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*3.0*

**9.4.1.7. Observações:**  
*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**  
*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Mário João Capucho dos Reis (11 h)*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*Margarida Isabel Camacho Caldeira (10 h)*

**9.4.4. 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.**

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

**To acquire knowledge on ionizing radiation metrology related to: dosimetry (health sector) and radionuclides (industrial sector). Regarding the health sector, to understand the fundamentals of the most relevant primary standards. In what regards the industrial sector, to understand the basic principals for the detection of radioactivity and for the measurement of radionuclides activity. To understand the metrological pyramid, the concept of traceability and the different approaches for uncertainty calculation. The metrology from the institutional point of view.**

#### **9.4.5. 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. • Padrões de referência. Sua importância • Cálculo de incertezas • Exercícios de intercomparação e testes de proficiência • As instituições nacionais e internacionais na área da metrologia**

#### **9.4.5. 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. • Reference standards and its importance • Uncertainties calculation • Intercomparison exercises and proficiency test • National and international institutions in the field of metrology**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**O ensino será realizado através de aulas teóricas com recurso a meios audiovisuais e aulas práticas de resolução de exercícios. Em semanas específicas poderão ser organizados seminários sobre temas específicos (a pesquisar pelos alunos) de relevância para o conteúdo programático e apresentação e discussão de casos de estudo. A avaliação consistirá em duas componentes principais: Apresentação e discussão em aula (individual ou grupos de 2) de um tema relevante relacionado com as aplicações da metrologia das radiações ionizantes na saúde ou na indústria (30%). Exame final (70%).**

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

**The grading will include two main components: presentation and discussion of relevant topics (workgroups of 2) related to the applications of ionizing radiation metrology on health and industry (30%). Final test (70%).**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliar o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**- Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, F. H. Attix, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany, 2007**

- *Evolution over the past century of quantities and units in radiation dosimetry, W. A. Jennings, Journal of Radiological Protection, 27 (1), 2007*
- *Free-air ionization chambers, D. T. Burns, L. Buermann, Metrologia 46 (2) (2009) S9, 2009*
- *Air-kerma cavity standards, L. Buermann, D. T. Burns, Metrologia 46 (2) (2009) S24, 2009*
- *International framework of traceability for radiation dosimetry quantities, P. J. Allisy, D. T. Burns, P. Andreo, Metrologia 46 (2) (2009) S1, 2009*
- *Practical Gamma-ray spectrometry, Gordon R. Guilmore, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2008*

## Anexo II - Atividades Extracurriculares I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
*Atividades Extracurriculares I*

9.4.1.1. Title of curricular unit:  
*Extracurricular Activities I*

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:  
*OL*

9.4.1.3. Duração:  
*Semestral*

9.4.1.4. Horas de trabalho:  
*84.0*

9.4.1.5. Horas de contacto:  
*84.0*

9.4.1.6. ECTS:  
*3.0*

9.4.1.7. Observações:  
*<sem resposta>*

9.4.1.7. Observations:  
*<no answer>*

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*<sem resposta>*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
*<sem resposta>*

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:  
*To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:  
*No quadro desta unidade curricular serão creditadas atividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em*

*grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.*

*1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.*

*2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII*

#### 9.4.5. Syllabus:

*In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.*

*1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.*

*2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II*

#### 9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular <sem resposta>

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. <no answer>

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).*

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

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).*

#### 9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. <sem resposta>

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. <no answer>

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória: <sem resposta>

### Anexo II - Efeitos Biológicos das Radiações

#### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Efeitos Biológicos das Radiações*

#### 9.4.1.1. Title of curricular unit: *Biological Effects of Radiation*

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

#### 9.4.1.3. Duração:

**Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****119.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Octávia Gabriela da Silva Viegas Nené Monteiro Gil ( 34 h)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira ( 9 h)****Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro (6 h)****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Na Unidade Curricular Efeitos Biológicos das Radiações pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os seguintes tópicos:**

- **interacção 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 da acção 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**
- **efeitos da exposição a baixas doses de radiação**
- **efeitos das exposições prolongadas a radiação ionizante**
- **análise epidemiológica**

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:****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**
- **effects of low dose radiation exposure**
- **effects of protracted exposure to ionizing radiation**
- **epidemiological analysis**

**9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Princípios da Protecção Radiológica***

***Radiobiologia: grandezas e unidades. Mecanismos de lesão do ADN. Espécies reactivas - stress oxidativo. Alvos celulares e efeitos dos diferentes tipos de radiação ionizante. Quebras de cadeia. Indução de mutações. Mecanismos de defesa antioxidante. Classificação dos efeitos biológicos induzidos pela radiação ionizante. Resposta adaptativa. Efeito “bystander”. Reparação das lesões radioinduzidas de ADN.***

***Radiopatologia: Efeitos deletérios das radiações ionizantes. Alterações a nível genético. Cancerígenese. Efeitos hereditários, na reprodução e no desenvolvimento embrionário. Efeitos não cancerígenos.***

***Dosimetria biológica.***

**9.4.5. 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, glycodes. 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.***

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

***Atendendo aos objectivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objectivos.***

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

***Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.***

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

***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/ exame a realizar pelos alunos.***

***3- Apresentação e discussão de um artigo científico (20%).***

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

***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%).***

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objectivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

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

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies, IAEA, 2011, IAEA; The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP, 2007, ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4); Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2, National Research Council of the National Academies, 2006, The National Academies Press (ISBN: 0-309-53040-7); Free Radicals***

*in Biology and Medicine, Halliwell B., Gutteridge J.M.C., 1996, Oxford University Press*

## Anexo II - Biotecnologia Molecular

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Biotecnologia Molecular*

### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Molecular Biotechnology*

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

*CBiol*

### 9.4.1.3. Duração:

*Semestral*

### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*119.0*

### 9.4.1.6. ECTS:

*6.0*

### 9.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

### 9.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*ist14082, Leonilde de Fátima Morais Moreira, T-28; PL-6*

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

*ist12532, Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas, PL-9*

*ist148703, Nuno Gonçalo Pereira Mira, PL-6*

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

*Os objectivos gerais pretendem o desenvolvimento de competências específicas nos alunos que a frequentem, nomeadamente: demonstrar conhecimento dos princípios, aplicações e importância das diversas tecnologias clássicas ou emergentes aplicadas ao estudo de ácidos nucleicos e proteínas; perceber como a tecnologia do DNA recombinante pode ser usada para criar produtos úteis à sociedade; propor ou avaliar criticamente procedimentos e soluções para problemas médicos, agrícolas, industriais ou ambientais; fazer pesquisas online tais como pesquisa bibliográfica e pesquisa de determinadas bases de dados específicas no domínio das Ciências Biomoleculares; ser capaz de propor estratégias experimentais para responder a uma questão biológica, registar observações científicas com exactidão e analisá-las criticamente; desenvolver competências analíticas, capacidade de resolver problemas, comunicação de ideias, e habilidade para atacar problemas com os quais não estão familiarizados.*

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

*Enrolled students should acquire knowledge of the principles, applications and importance of the various classical or emerging technologies applied to the study of nucleic acids and proteins; understand how recombinant DNA technology can be used to create useful products for society; propose or critically evaluate procedures and solutions for medical, agricultural, industrial or environmental problems; be able to propose experimental strategies to answer biological questions, record scientific observations accurately, analyze them critically, and report them with professionalism; develop analytical skills, ability to solve problems, communicate ideas, ability to tackle problems with which they are unfamiliar, and ability to work either individually or in a group.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*I-Tecnologia do DNA recombinante- Reacção em cadeia da polimerase; Vectores de clonagem; Introdução de rDNA em células; Métodos de selecção de clones ; Métodos de sequenciação de DNA.*

*II-Mutagénese- Interrupção/eliminação de genes em bactérias ; Mutagénese dirigida; Silenciamento de genes por RNA de interferência; Técnicas para a edição de genomas baseadas em CRISPR/Cas9.*

*III-Expressão génica- Hibridação de Northern; PCR quantitativo em tempo real (qRT-PCR); Genes repórter; RNA-seq.*

*IV-Proteínas recombinantes e Biotecnologia Molecular- Expressão de proteínas recombinantes em sistemas procarióticos e eucarióticos; Purificação de proteínas recombinantes; Detecção e localização de proteínas por imunodeteção e fluorescência; Análise da expressão global de proteínas e sua identificação; Interação entre biomoléculas (sistema de dois híbridos em bactérias e levedura; ressonância de plasmão de superfície; co-immunoprecipitação; utilização de caudas de afinidade; phage display.*

**9.4.5. Syllabus:**

*I-Recombinant DNA Technology- Enzymes for the in vitro manipulation of DNA; Polymerase chain reaction; Cloning vectors; Introduction of rDNA into cells; Methods for clone selection; Clone confirmation by DNA sequencing.*

*II-Mutagenesis- Random transposon mutagenesis; Inactivation/deletion of genes in bacteria; Gene deletion in yeast; Gene silencing by RNA interference; Genome editing techniques- CRISPR/Cas9.*

*III-Gene Expression- Northern hybridization; Quantitative Real-Time PCR (qRT-PCR); Reporter genes, RNAseq.*

*IV-Recombinant Proteins- Recombinant protein production in prokaryotic and eukaryotic cells; Recombinant protein purification; Site-directed mutagenesis and protein engineering; Applications of recombinant proteins in different fields; Detection and localization of proteins by immunodetection and fluorescence; Biomolecular interaction (Yeast and bacterial two-hybrid systems; Surface plasmon resonance (SPR); Affinity tags; Co-immunoprecipitation, Phage display).*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A nota final na UC de Biotecnologia Molecular é obtida considerando a realização da componente teórica (peso de 60% na nota final dividida entre um seminário de apresentação de um artigo científico (20%) e o exame teórico (40%)) e da componente laboratorial (peso de 40% na nota final). A componente laboratorial inclui três relatórios escritos e uma apresentação oral.*

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

*The final grade in the Molecular Biotechnology Curricular Unit is obtained considering the theory classes component (weight of 60% in the final grade distributed by: 20% seminar based on a scientific paper and 40% written exam) and of the laboratory component (weight of 40% in the final grade). The laboratory component includes 3 written reports and an oral presentation.*

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Gene Cloning & DNA analysis: An introduction, Brown T.A., 2016, 7th ed., Blackwell Publishing; Molecular*



**Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA, Glick BR, Pasternak JJ and Patten CL eds, 2010, 4th ed., ASM Press; Artigos científicos recomendados, -, -, -; Ficheiros pdf das matérias apresentadas nas aulas teóricas, -, -, -; Guia de Trabalhos Laboratoriais de Biotecnologia Molecular, Leonilde Moreira, Nuno Bernardes e Cristina Viegas, 2019, -**

## **Anexo II - Protecção e Segurança Radiológica em Radioterapia**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Protecção e Segurança Radiológica em Radioterapia***

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

***Radiation Protection and Safety in Radiotherapy***

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

***TNPR***

### **9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

***119.0***

### **9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

### **9.4.1.7. Observações:**

***A Unidade Curricular funciona principalmente em meio hospitalar, no Serviço de Radioterapia do IPOLFG. Algumas aulas (teórico-práticas) são leccionadas no IST.***

### **9.4.1.7. Observations:**

***The Curricular Unit classes are taught mainly at the Radiotherapy Service of IPOLFG. Some theory-practical classes are taught at IST.***

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

***José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, ist12286, carga lectiva: 3,5 h***

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

***Filomena Imaculada A N T Santos (médica, IPOLFG) e Tiago Madaleno (físico médico, IPOLFG), carga lectiva (ambos): 35 h***

***Palestrantes convidados sobre tópicos de relevância para a UC, carga lectiva: 10,5 h***

### **9.4.4. Objetivos 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.***

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

***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.

#### 9.4.5. 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. *Deteccção 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*

#### 9.4.5. 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*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

##### *Avaliação:*

- *Execução de diversos trabalhos práticos envolvendo tarefas relacionadas com a operação de uma instalação de radioterapia utilizando aceleradores lineares (calibração, controlo de qualidade, medição de perfis de dose em profundidade e laterais, etc.)(70%).*
- *Exame final (30%).*

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

##### *Evaluation:*

- *Several practical works involving tasks associated with the operation of a radiotherapy unit involving linear accelerators (calibration, quality control, depth-and lateral dose profiles, etc.)(70%).*
- *Final exam (30%).*

- 9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais efectuados em ambiente clínico, no IPOLFG. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como desenvolver e aprofundar - em meio hospitalar - conhecimentos, aptidões e competências clínicas e operacionais dos estudantes e auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*
- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work undertaken in clinical settings at the IPOLFG, will allow to fulfill the intended learning outcomes, to develop and to strengthen - in hospital environment - the students' knowledge, skills and competence on clinical and operational aspects as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*
- 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Design and implementation of a radiotherapy programme: Clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects, IAEA, 1998, IAEA-TECDOC-1040; Radiation protection in the design of radiotherapy facilities, IAEA, 1996, IAEA Safety Report Series No.47; Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, IAEA, 2005, Ervin B. Podgorsak (Editor) - IAEA Education Reports Series; Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiation therapy, ICRP, 2001, ICRP publication 86; Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP, 2007, ICRP publication 103; Structural Shielding Design and Evaluation for megavoltage X- and gamma-ray radiotherapy facilities, NCRP, 2005, NCRP Report No. 151; Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy - An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water., IAEA , 2000, IAEA TRS-398*

## **Anexo II - Física e Engenharia Nuclear**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Física e Engenharia Nuclear*

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

*Nuclear Physics & Engineering*

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

*TNPR*

### **9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

*119.0*

### **9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

### **9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

### **9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, ist12286, carga lectiva: 49 h*

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

<sem resposta>

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

*Desenvolver e aprofundar os conhecimentos dos alunos nos seguintes tópicos:*

- Processos e reacções nucleares;
- Física das interacções 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, em Medicina, no Ambiente, na Indústria, etc.);
- 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 a correcta percepção dos aspectos científicos, tecnológicos, de engenharia, socioeconómicos, éticos, jurídicos associados às soluções de Engenharia e Tecnologia Nucleares.*

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

*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, in Medicine, in Environmental applications, 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, engineering, socioeconomic, ethical and legal aspects associated to the Nuclear Energy and Technology solutions.*

**9.4.5. 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.

**9.4.5. 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.

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

**Trabalhos intercalares subordinados a tópicos diversos, com apresentação oral e discussão.**

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

***Intermediate works devoted to several topics with oral presentation and discussion.***

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e de análise e discussão de "case studies". Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of classes of analysis and discussion of case studies, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***Introductory Nuclear Physics , K.S. Krane, 1987, John Wiley and Sons; "Atoms, Radiation, and Radiation Protection" (3rd edition), James E. Turner, 2007, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co***

**Anexo II - Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Proteção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Medicina Nuclear***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Radiation Protection and Dosimetry in Radiology & Nuclear Medicine***

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

***TNPR***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***119.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***A Unidade Curricular funciona no Serviço de Radiologia do IPOLFG (módulos de Radiologia, 7 semanas) e no Hospital de Santa Maria (módulos de Medicina Nuclear, 7 semanas).***

**9.4.1.7. Observations:**

***The Curricular Unit is taught at the Radiology Service of IPOLFG (Radiology modules, 7 weeks duration) and at Hospital de Santa Maria (Nuclear Medicine modules, 7 weeks duration).***

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

***José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, ist12286, carga lectiva: 3 h***

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

***Radiologia – José Joaquim Marques Venâncio (médico especialista em Radiologia, IPOLFG) e José Manuel Rodrigues Afonso (físico médico especialista em Radiologia, IPOLFG), carga lectiva (ambos): 23 h.***

**Medicina Nuclear - Maria Guilhermina Pacheco Cantinho Lopes (médica especialista em Medicina Nuclear, FMUL/HSM) e Fernando Manuel Godinho Rodrigues (físico especialista em Medicina Nuclear, FMUL/HSM), carga lectiva (ambos): 23 h.**

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

**1) Estudo e desenvolvimento, com forte componente prática 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 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 - conceitos básicos
- 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.**

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

**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 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 - basic concepts
- 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 knowledge, skills and competences.**

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Síglas:Radiodiagnóstico (Rd), Medicina Nuclear (MN)**

- Justificação de exames de Rd e MN - principais aplicações clínicas
- 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

**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

**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
- Efeitos biológicos das radiações ionizantes: biodistribuição
- Resíduos radioactivos: Manipulação, segregação, eliminação
- Procedimentos de monitorização e descontaminação

**9.4.5. Syllabus:**

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

- Justification of Rd and NM exams - main clinical applications
- Optimization of the protection and dose reduction in Rd and NM exams
- Radiation Protection and Dosimetry of workers & 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.
- Biological effects of ionizing radiation: biodistribution
- Radioactive waste: manipulation, segregation and elimination
- Monitoring and decontamination procedures

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A avaliação consistirá num conjunto de trabalhos associados ao Controlo de Qualidade de equipamentos e à caracterização dosimétrica em exames de Radiodiagnóstico e Medicina Nuclear (ponderação 70%) e num exame final (ponderação 30%).*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*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%).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais efectuados em ambiente clínico, no IPOLFG e no Hospital de Santa Maria. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como desenvolver e aprofundar - em meio hospitalar - conhecimentos, aptidões e competências clínicas e operacionais e dos estudantes e auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work undertaken in clinical settings at the IPOLFG and Hospital de Santa Maria, will allow to fulfill the intended learning outcomes, to develop and to strengthen - in hospital environment - the students knowledge, skills and competence on clinical and operational aspects as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*“The Essential Physics of Medical Imaging”, J. Bushberg, J. Seibert, E. Leidholdt, J. Boone, 2002, Ed. Lippincott,; “Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine” (2th edition), Gopal B. Saha, 2003, Springer (Editor); “Nuclear Medicine Radiation Dosimetry” - Advanced Theoretical Principles , Brian J. McParland, 2010, Springer (Editor); “Physics in Nuclear Medicine” (3rd edition), Simon R Cherry, James A. Sorenson and Michael E. Phelps, 2012, Elsevier Health Sciences*

**Anexo II - Projecto em Proteção e Segurança Radiológica**

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Projecto em Proteção e Segurança Radiológica*

9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Project in Radiation Protection and Safety*

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

**TNPR**

**9.4.1.3. Duração:**  
**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
**119.0**

**9.4.1.6. ECTS:**  
**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**  
**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**  
**<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
**ist12286, José Pedro Miragaia Trancoso Vaz, 28 h**

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
**Diversos palestrantes convidados, oriundos de instituições do sector da Saúde, indústria, investigação e regulação, carga lectiva: 21 h**

**9.4.4. 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 problemas específicos 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.**

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

**9.4.5. 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) 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.**

**Ao longo do semestre, serão organizadas semanalmente palestras por oradores convidados.**

**9.4.5. 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.*

*Along the semester, lectures by invited speakers will be organized on a weekly basis.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

- *Aulas teórico-práticas 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;*
- *Trabalhos a efetuar por cada estudante sobre tópicos e problemáticas de actualidade em Proteção e Segurança Radiológica;*
- *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 sua apresentação pública (seminário) a efetuar pelos alunos (70%) e nos trabalhos intercalares efectuados ao longo do semestre (30%).*

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

- *Theory and Practical classes 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;*
- *Works to be undertaken by each student during the semester on hot topics in Radiation Protection and Safety*
- *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 its public presentation (seminar) delivered by each student (70%) and in the intermediate works performed during the semester (30%).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através de:*

- a) Seminários por especialistas oriundos de instituições do sector da Saúde, indústria, investigação, regulação, etc., sobre tópicos emergentes e de actualidade e sua discussão,*
- b) Visitas de estudo a instalações radiológicas,*
- c) Realização de trabalhos pelos alunos ,*
- d) Pesquisa e revisão bibliográfica sobre o tópico de dissertação escolhido por cada aluno*

*Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como permitirá consolidar conhecimentos, aptidões e competências dos alunos sobre Proteção e Segurança Radiológica e planificar e preparar o trabalho conducente à dissertação, no semestre seguinte.*

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

*The teaching methodology will be based in the transfer of theory and practical concepts through:*

- a) Seminars by experts from institutions in the Health, industry, research, regulation, etc., sectors, on hot and emerging topics*
- b) Visits to radiological installations*

**c) Works performed by the students**

**d) Bibliographic research and review on the dissertation topic chosen by each student.**

***This methodology will allow the fulfilment of the objectives and the consolidation of the students' knowledge, skills and competence in Radiological Protection and Safety and to plan and prepare the work leading to the dissertation, the next semester.***

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

*n.a.*

## **Anexo II - Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Dissertação de Mestrado em Proteção e Segurança Radiológica***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Master's Dissertation in Radiation Protection and Safety***

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

***ACTNPR***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***840***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***812***

**9.4.1.6. ECTS:**

***30.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist12286, José Pedro Miragaia Trancoso Vaz,***

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

***Docentes do IST, IPOLFG, FMUL e especialistas do meio hospitalar, industrial, empresarial ou de investigação (orientadores das teses de Mestrado)***

**9.4.4. 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.***

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

*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 centers, 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.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O tema da dissertação será escolhido por cada estudante com base em propostas submetidas pelos docentes do IST, do IPOLFG, da FMUL ou por especialistas do meio hospitalar, industrial, empresarial ou de investigação que aceitem colaborar com o Mestrado e co-orientar estudantes.*

*As propostas apresentadas deverão ser discutidas com o coordenador do Mestrado e os alunos.*

**9.4.5. Syllabus:**

*The subject/theme of dissertation will be individually chosen by each student, considering the proposals submitted by teachers from IST, IPOLFG, FMUL or by experts in hospitals, industries, companies or research centers willing to accept to cooperate with the Master's Course and co-supervise students.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Os alunos realizam trabalho essencialmente autónomo, que será acompanhado pelo(s) orientador(es). Devem redigir um documento (dissertação) contendo os resultados do trabalho efectuado, o qual será objecto de apresentação e discussão pública e avaliação por um Júri nomeado para o efeito ao abrigo da legislação em vigor.*

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

*Students will undertake autonomous work that will be followed by the supervisors. Students must draft a dissertation document containing the results of the work undertaken, that will be publicly presented and discussed and evaluated by a jury nominated according to the applicable legislation.*

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

*Durante a execução do trabalho conducente à dissertação, os alunos efectuam trabalhos teóricos e/ou experimentais/laboratoriais e/ou computacionais, adquirem conceitos, manipulam e familiarizam-se com novas metodologias, métodos, técnicas, equipamentos, etc., que lhes permitem aprofundar e consolidar os seus conhecimentos, aptidões e competências em Proteção e Segurança Radiológica. Desenvolvem trabalho autónomo e a sua capacidade de resolução de problemas.*

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

*During their work leading to dissertation, students undertake theory and/or experimental/laboratory and/or computational works, get acquainted and manipulate new methodologies, methods, techniques, equipment, etc., that allow them to strengthen and consolidate their knowledge, skills and competence in Radiation Protection and Safety. They develop autonomous work and develop their problem solving skills.*

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

*n.a.*

**9.5. Fichas curriculares de docente**

---