

ACEF/1819/0211732 — 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.

ACEF/1213/11732

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar com condições

1.3. Data da decisão.

2014-07-25

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._Síntese_MESI_submetido.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.

n.a.

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

n.a.

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

Não

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

n.a.

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

n.a.

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?

Não

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

A ULHT tem dedicado especial atenção à adaptação e melhoria do campus, uma antiga instalação militar, com vista ao desenvolvimento adequado das aprendizagens dos estudantes e demais atividades científico-pedagógicas, às necessidades exigidas pelas diferentes áreas de saber aqui instaladas, atendendo ainda, às áreas de utilização comum necessárias às atividades quotidianas da sua população e às necessidades especiais de grupos específicos, como sejam os estudantes em tempo parcial ou empregados, os estudantes internacionais, os estudantes portadores de deficiência e os estudantes carenciados

Considerando a importância dada à dimensão recursos materiais e os bons resultados obtidos com a utilização de sistemas parcelares de gestão (ex: Reshape – gestão de equipamentos <http://reshape.ulusofona.pt>) a ULHT tem em desenvolvimento uma aplicação (CAMPUS) cuja missão é promover a gestão integrada de todos recursos materiais,

através de um repositório central que, para além da catalogação e inventariação, permitirá promover processos mais céleres e simples, garantindo a estruturação, normalização e melhoria contínua dos mesmos.

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

ULHT has dedicated special attention to the adaptation and improvement of the campus, an old military installation, with a view to the adequate development of students' learning and other scientific-pedagogical activities, to the necessities required by the different areas of knowledge installed here, attending also to the areas of use. The special needs of specific groups such as part-time or employed students, international students, students with disabilities and students in need.

Considering the importance given to the material resources dimension, and the good results obtained with the use of material resources management systems (eg Reshape - equipment management <http://reshape.ulusofona>) ULHT is developing an application (CAMPUS) whose mission is to promote the integrated management of all material resources, through a central repository that, in addition to cataloging and inventorying, will allow for faster processes and simple, guaranteeing the structuring, normalization and continuous improvement of the same.

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.

-

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

-

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.

A ULHT tem adoptado as oportunidades oferecidas pelas TI como suporte aos processos de ensino e aprendizagem porque acredita que o uso efetivo de TI, AV e materiais on-line melhora a experiência de aprendizagem. Tem-se apostado em grandes investimentos em hardware e software adequados a todos os momentos dos processos - desde a admissão (aplicação on-line "COL"), conversão (CRM adaptado), pré-inscrição ("MOL") até à disponibilização da maioria dos materiais didáticos (LMS Moodle). Toda a infra-estrutura foi projetada para maximizar o e-learning, por ex., investindo em tecnologia de vídeo em todas as salas e quadros interativos. Outro componente central desta estratégia é o uso intensivo de dois aplicativos móveis dedicados - Lusofona Mobile e Lusofona Mobile Docentes - que permitem realizar a maioria das atividades académicas através de interações baseadas em dispositivos móveis. Uma componente substancial dos mecanismos enquadrados no SIGQ decorre em ambiente on-line.

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

The University had been adopting the opportunities offered by IT to support the teaching and learning processes. ULHT believes that the effective use of IT, AV and online materials enhances the learning experience. It has been committed to large investments in hardware and software that are appropriate to all moments of the processes - from admission (online application "COL"), conversion (CRM adapted), pre-inscription ("MOL") until most of the teaching materials (LMS Moodle). The entire infrastructure is designed to maximize e-learning, eg. by investing in video technology in all rooms and interactive whiteboards. Another central component of this strategy is the intensive use of two dedicated mobile applications - Lusofona Mobile and Lusofona Mobile Teachers. A substantial component of the mechanisms covered by the IQAS takes place in an online environment.

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.

-

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

-

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade Lusófona De Humanidades E Tecnologia

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

Escola De Comunicação, Arquitetura, Artes E Tecnologias Da Informação (ULusofona)

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):**1.3. Ciclo de estudos.**

Engenharia Informática e Sistemas de Informação

1.3. Study programme.

Computer Engineering and Information Systems

1.4. Grau.

Mestre

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

[1.5_06 Despacho 13779_2014__12 novembro_MESI.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Ciências Informáticas

1.6. Main scientific area of the study programme.

Computer Science

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

481

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:

523

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:

-

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):

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):

4 Semesters

1.10. Número máximo de admissões.

20

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

30

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

30

1.11. Condições específicas de ingresso.

Podem-se candidatar ao ciclo de estudos conducente ao grau de mestre, candidatos, prioritariamente das áreas de Informática e Sistemas de Informação

- a) titulares de grau de licenciado ou equivalente legal, titulares de um grau académico estrangeiro conferido na sequência de 1º ciclo de estudos, organizado de acordo com os princípios do processo de Bolonha, por um Estado aderente a esse processo;*
b) titulares com um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo órgão estatutariamente competente;
c) detentores de currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido pelo órgão estatutariamente competente da ULHT como atestando capacidade para realizar o ciclo de estudos.

1.11. Specific entry requirements.

Can apply for the cycle of studies leading to the master's degree, mainly, candidates in the areas of Computer Science, and Systems:

- a) holders of a bachelor's degree or legal equivalent holding a foreign academic degree awarded following a course of study organized in accordance with the principles of the Bologna process by a State party to that process;*
b) holders with a foreign higher academic degree that is recognized as satisfying the objectives of the license degree by the statutory competent organ;
c) holders of academic, scientific or professional curriculum that is recognized by the statutory competent body of the ULHT as attesting ability to carry out the study cycle.

1.12. Regime de funcionamento.

Outros

1.12.1. Se outro, especifique:

Diurno / Pós Laboral

1.12.1. If other, specify:

Diurnal / After hours

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

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

[1.14._Regulamento-Creditacao-ULHT-DR-2017-03.pdf](#)

1.15. Observações.

-

1.15. Observations.

-

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):

Engenharia Informática
Sistemas de Informação

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

Computer Engineering
Information Systems

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

2.2. Estrutura Curricular - Ramo de Sistemas de Informação

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

Ramo de Sistemas de Informação

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)*Information Systems Branch***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
Marketing e Publicidade	MKT	7	0	
Ciências Informáticas	CI	50	7	
Conceção Sistemas Informáticos	CSI	35	0	
Análise Sistemas Informáticos	ASI	21	0	
(4 Items)		113	7	

2.2. Estrutura Curricular - Ramo de Engenharia Informática**2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Ramo de Engenharia Informática***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)***Computer Engineering Branch***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
Marketing e Publicidade	MKT	7	0	
Ciências Informáticas	CI	50	7	
Conceção Sistemas Informáticos	CSI	21	0	
Análise Sistemas Informáticos	ASI	35	0	
(4 Items)		113	7	

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.

As metodologias de ensino comportam duas componentes:

- *Teóricas baseadas em método expositivo complementado por auto-aprendizagem para aprofundamento dos conteúdos, através de suportes didáticos e bibliografia (livros, artigos científicos).*
- *Práticas focadas na aprendizagem pela descoberta em grupo, utilizando diversos métodos:*
 - 1 *Análise de artigos relevantes, promovendo capacidades de investigação e abrangência dos temas*
 - 2 *Apresentações orais para estimular as capacidades de síntese e comunicação de resultados*
 - 3 *Análise de casos de uso empresariais para contextualizar os conhecimentos, utilizá-los para formular problemas e descobrir soluções.*
 - 4 *Realização de protótipos / provas de conceito permitindo aprendizagem activa*
- *Seminários com conferências seguidas de debate, focados na aprendizagem por métodos participativos*
- *Realização do trabalho e redacção da dissertação em regime de tutoria, promovendo capacidades de investigação, síntese de resultados e orientação aos objectivos.*

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.

The teaching methodologies include two components:

- *Theoretical classes based on expository method, complemented by self-learning and research for the deepening of contents, through educational supports and bibliography (books, scientific articles) provided in advance.*
- *Practical classes focused on in group learning by discovery, using various methods:*

- 1 Analysis of relevant articles, promoting research capabilities and widening of topics
- 2 Oral presentations to stimulate the capacities of synthesis and communication of results
- 3 Analysis of business use cases, to contextualize knowledge acquired, utilizing them to formulate problems and find solutions.
- 4 Realization of prototypes and proofs of concept allowing active learning through simulation
 - Seminars with conferences followed by debate, focused on learning by participatory methods
 - Dissertation work carried out on a mentoring scheme, promoting research capabilities, synthesis of results and objective oriented work methods.

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

O plano de estudos do 2º ciclo corresponde a 120 ECTS e tem uma duração de 2 anos, ou sejam 60 ECTS/ano lectivo. Por outro lado, de acordo com o decreto-lei 42/2005, a carga de trabalho estipulada para um ano é de cerca de 1600 horas, a realizar num período de cerca de 40 semanas. Nesta óptica, um ECTS corresponde a cerca de 26.7 horas de trabalho e a carga média de trabalho semanal é de cerca de 40 horas. Sendo assim, deve-se garantir que em cada UC, a soma das horas de contacto, de avaliação e de trabalho individual corresponde ao número de ECTS atribuídos. A verificação é realizada de várias formas:

- Adequação das horas de trabalho aos ECTS das UCs, reflectida nas fichas entregues semestralmente à direcção de curso e disponibilizadas aos alunos.
- Divulgação dos métodos de avaliação e o seu faseamento ao longo do semestre.
- Adequação da natureza das avaliações à carga de trabalho estipulado, em função dos resultados pedagógicos e das reacções dos alunos obtidas por inquéritos.

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

The 2nd cycle study plan corresponds to 120 ECTS and lasts for 2 years, resulting in 60 ECTS/academic year. Besides, according to the decree-law 42/2005, the workload stipulated for one year is about 1600 hours, to be held over a period of about 40 weeks. Therefore, one ECTS corresponds to about 26.7 hours of work and the average weekly workload is of about 40 hours. It must therefore be ensured that the sum of contact hours plus the assessment and individual load performed by students corresponds to the amount of ECTS allocated to each UC. Verification is carried out in several ways:

- Adequacy of the workload to the ECTS of each UC, reflected in forms delivered annually to course direction and made available to students.
- Disclosure of the assessment methods and their phasing throughout the semester.
- Adequacy of the nature of the evaluation to the announced workload, according to the published teaching results and students' reactions obtained through periodic inquiries.

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

As regras de avaliação em vigor neste ciclo de estudos obedecem ao regulamento de avaliação da ULHT e ao regulamento específico da avaliação da ECATI, Escola na qual este ciclo se insere, que estabelecem nomeadamente os níveis de conhecimentos e competências publicados nas Fichas de Unidade Curricular (FUCs). Dentro destes princípios, o regente de cada UC pode adequar o regime de avaliação às respectivas especificidades, devendo este ser enunciado na respectiva FUC e validado semestralmente pela Direcção de Curso, nomeadamente através do Relatório de Unidade Curricular (RUC):

- Se assegura o cumprimento dos objectivos enunciados para cada UC, no que respeita à coerência com os conteúdos programáticos e a metodologia de ensino.
- Se garante uma taxa de sucesso na UC dentro dos padrões médios observados no ciclo de estudos.
- Se da informação obtida através dos inquéritos pedagógicos referidos na secção 3 (parágrafo 7.2.1) resulta algum factor anómalo e repetitivo.

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

The evaluation directives that govern knowledge assessment in this study programme are issued by the ULHT general regulation completed by the ECATI specific rules, which ensure in particular that the levels of knowledge and skills required are in line with those published in the Curricular Unit Files (CUFs). Within these principles, the coordinator of each Curricular Unit (CU) can adapt its evaluation criteria to its specificity, with the obligation of publicizing them in the CUF and having them validated every semester by the programme management body, mainly by means of the Curricular Unit Report (CUR):

- If the assessment methods enforce the objectives set out for each CU, with respect to coherence with the syllabus and teaching methodology.
- If the resulting success rate in the CU follows the average standards observed in the study cycle.
- If the information obtained through the teaching surveys listed in section 3 (paragraph 7.2.1) evidences any anomalous and repetitive factor.

2.4. Observações

2.4 Observações.

-

2.4 Observations.

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.

José Luis de Azevedo Quintino Rogado

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
Carlos Jorge Henriques de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		345 - GESTÃO EMPRESARIAL APLICADA	50	Ficha submetida
Francesco Costigliola	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		462 - Estatística	100	Ficha submetida
Helena Rute Esteves Carvalho Sofia	Professor Associado ou equivalente	Doutor		481 - Engenharia Informática	100	Ficha submetida
João Carlos Roquete Fidalgo Canto	Professor Associado ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Electrotécnica e de Computadores / Telecomunicações	100	Ficha submetida
José Lino Alves dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	CTC da Instituição proponente	380 - Direito e Segurança	25	Ficha submetida
José Luís de Azevedo Quintino Rogado	Professor Associado ou equivalente	Doutor		523 - Eng.ª Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Manuel Arturo Marques Pita	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		481 - Inteligência Artificial e Ciências Cognitivas	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Gonçalves Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		321 - Ciências da Comunicação - Estudo dos Media e Jornalismo	100	Ficha submetida
Marko Beko	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Nuno Manuel Garcia dos Santos	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Informática	25	Ficha submetida
Paulo Jorge Coelho Faroleiro	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre		481 - Sistemas de Informação	50	Ficha submetida
Paulo Jorge Milheiro Mendes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		523– Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Tavares Guedes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Pedro Hugo Queirós Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Ricardo Vicente Raposo Crespo de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		523 - Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Rui Pedro Nobre Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor		345 - Gestão Empresarial	100	Ficha submetida
					1350	

<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.

16

3.4.1.2. Número total de ETI.

13.5

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:	12	88.888888888889

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):	12.75	94.444444444444

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	9.25	68.518518518519	13.5
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	0.25	1.8518518518519	13.5

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	12	88.888888888889	13.5
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	0.75	5.5555555555556	13.5

4. Pessoal Não Docente**4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.**

Uma pessoa a tempo inteiro.

Para além do pessoal afeto especificamente ao CE, o programa conta com os serviços de apoio de utilização comum: Serviço de Gestão da Qualidade; DRIEE; Serviço de Gestão, Planeamento e Controlo da Gestão Académica; DR; Dir. dos Serviços de Informática; Dir. Financeira (inclui SASE); Dir. Marketing e Comunicação; Facility Management; Biblioteca; Serviços Académicos; Provedor do Estudante; GAIA; GAENEE; entre outros.

4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.*One person at full-time**In addition to the personnel specifically assigned to the study cycle, the programme has the support of the services of common use: Quality Management Service; International, Career & Entrepreneurship Office; Management, Planning and Control of Academic Management Service; Human Resources Management; IT Management; Financial Management (Including SASE); Marketing and Communication Management; Facility Management; Library; Academic Services; Student Ombudsman; GAIA; Special Educational Needs Students Office; among others.***4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.***Doutoramento.**Os colaboradores afetos aos serviços de utilização comum possuem a habilitação adequada ao exercício das funções que desempenham.***4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.***PhD**The employees assigned to support services of common use have the appropriate qualification for the profile of the functions they perform.***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.**

44

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

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

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

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular	21
2º ano curricular	23
	44

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

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	20	20	20
N.º de candidatos / No. of candidates	61	72	51
N.º de colocados / No. of accepted candidates	20	20	20
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	4	18	19
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.

-

5.3. Eventual additional information characterising the students.

-

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	4	8	14
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	2	4	6
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	3	5
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	1	2
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	0	1

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.

A taxa de aprovação global no ciclo de estudos (Ap) no ano 2017/18 situou-se na ordem dos 70% c/ 8% reprovações (Rep), 8% anulações (Anul) e 14% s/ elementos (SE).

Taxas por áreas científicas:

MKT - Marketing e Publicidade (342) - 1 UC - Ap: 70.59% / Rep: 17.65%, Anul: 11.76%, SE: 0%

CI - Ciências Informáticas (481) - 9 UCs - Ap: 70.4%, Rep: 10.54, Anul: 4.78%, SE: 14.29%

CSI - Conceção de Sistemas Informáticos (481) - 5 UCs - Ap: 77.38%, Rep: 9.59%, Anul: 10.81%, SE: 2.22%

ASI - Análise de Sistemas Informáticos (481) - 5 UCs - Ap: 60.98%, Rep: 1.18%, Anul: 10.34%, SE: 27.50%

Alguns números de salientar:

- A taxa de "Sem Elementos" na área de ASI é mais elevada, o que corresponde ao facto de haver menos alunos avaliados e portanto menos reprovações explícitas. Por outro lado, o facto de haver mais inscrições no ramo de Sistemas Informáticos do que no de Engenharia Informática, leva a crer que este último é beneficiado por ter turmas mais pequenas.

- A taxa de "Sem Elementos" na Unidade Curricular de Seminário de Dissertação é geralmente superior a 60% para os últimos 3 anos lectivos, o que indica que geralmente os candidatos não concluem as dissertações no ano lectivo em que se inscrevem, levando geralmente entre de 6 a 10 meses para a concluir. Este número revela também a existência de um número elevado de abandonos no final do 3º semestre, o que é assinalado na Secção 3 Análise SWOT 8.1.2 Pontos Fracos.

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

The overall approval rate (Ap) in the study cycle in the school year 2017/18 was around 70% with 8% of Failure rate (Fail), 8% of Cancellation rate (Canc) and 14% Not Evaluated rate (NE).

Rates by scientific areas:

MKT - Marketing and Advertising (342) - 1 UC - Ap: 70.59% / Fail: 17.65%, Cancel: 11.76%, NE: 0%

CS - Computer Science (481) - 9 UCs - Ap: 70.4%, Fail: 10.54, Cancel: 4.78%, NE: 14.29%

DCS - Design of Computer Systems (481) - 5 UCs - Ap: 77.38%, Fail: 9.59%, Cancel: 10.81%, NE: 2.22%

ACS- Analysis of Computer Systems (481) - 5 UCs - Ap: 60.98%, Fail: 1.18%, Cancel: 10.34%, NE: 27.50%

Some numbers to point out:

- The "Not Evaluated" rate in the ACS area is higher, which corresponds to the fact that there are fewer students evaluated and therefore fewer explicit failures. On the other hand, the fact that there are more registrations in the field of Computer Systems than in that of Computer Engineering, leads to believe that the latter is benefited by having smaller classes.

- The "Not Evaluated" rate in the Dissertation Seminar Unit is generally higher than 60% for the last 3 academic years, which indicates that candidates generally do not complete the dissertations in the academic year in which they are enrolled, generally taking from 6 to 10 months to complete it. This figure also reveals a high number of dropouts at the end of the 3rd semester, which is also referred in Section 3 SWOT Analysis 8.1.2 Weaknesses.

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

Os resultados dos inquéritos aplicados no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade indicam níveis de empregabilidade de 100% . Estes inquéritos são aplicados um ano após a conclusão do ciclo de estudos.

Registe-se que a generalidade dos diplomados trabalha na área de formação e encontra-se em emprego estável.

De registar também o elevado grau de satisfação que os estudantes manifestam com a formação obtida no ciclo de estudos .

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 results of the investigations carried out under the internal quality assurance system indicate 100% employability levels. These surveys are applied one year after the completion of the study cycle.

It should be noted that most graduates work in the area of training and are in stable employment.

Also note the high degree of satisfaction that the students manifest with the training obtained in the cycle of studies.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

-

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

-

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**

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ integrated study programme's teachers	No. of	Observações / Observations
COPELABS	Bom	ULHT	9		-
CIC Digital / Polo CICANT	Fair / Em reestruturação	ULHT	1		-
CTS / Uninova	Muito Bom	FCT / UNL	1		-
Instituto de Telecomunicações	Excelente	UBI	1		-
INOV	-	IST / UL	1		-

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.**6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/ac4342a6-8772-b7c0-0c99-5bdc8ffc9d8a>

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/ac4342a6-8772-b7c0-0c99-5bdc8ffc9d8a>

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.

Nesta área podemos referir as seguintes iniciativas realizadas por docentes do ciclo de estudos, nas quais participam igualmente estudantes:

ECIS - Enterprise Competence Center for Information Systems - um centro de desenvolvimento, criado em maio de 2018, que pretende ser o ponto central de desenvolvimento e integração de alunos e docentes de projetos para empresas. Realiza projetos de estudo de arquiteturas de sistemas e aplicações, de estudos de mercado e tecnologias, de prototipagem e de auditorias, que são exemplos em curso de transferência de conhecimento e prestação de serviços à comunidade.

PLAY - Incubadora de Indústrias Criativas e Tecnológicas da Universidade, na qual os alunos deste ciclo de estudos colaboram apoiando alguns dos projetos incubados, através da realização de análise e de testes de protótipos. Permite igualmente aos estudantes explorarem ideias empresariais e testarem perante o conselho consultivo a ideia de negócio.

Tecweb - a semana informática do Departamento, que tem envolvimento direto dos estudantes na organização, realiza anualmente vários ciclos de formação avançada em tecnologias mais procuradas pelo mercado, com apoio de empresas parceiras: Outsystems, Unity, .NET, Xamarin, etc.

Existem igualmente protocolos formais nas áreas de Sistemas de Informação estabelecidos com o tecido empresarial, com o objetivo de integrar e requalificar empregados, integrar estágios ou projetos de dissertação de alunos, entre outros. A Lista de empresas está disponível em <http://informatica.ulusofona.pt/parceiros/lista-de-protocolos>.

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.

In this area we can mention the following initiatives, developed by faculty members, in which students also participate:

ECIS - Enterprise Competence Center for Information Systems - a development center, created in May 2018, with the objective of centralizing the development and integration of students and teachers on technical and consulting IT projects for companies. It carries out projects for defining system and application architectures, market and technology studies, as well as prototyping and auditing. These are ongoing examples of knowledge transfer and service delivery to the community.

PLAY - ULHT Incubator of Creative and Technological Industries, in which the students collaborate by supporting some of the projects incubated, by achieving prototype analysis and testing. It also allows students to explore their business ideas and defend them before the advisory board.

Tecweb - the computer week of the Department, on which students are directly involved, organizes every year several cycles of advanced training in top market technologies, with support from partner companies: Outsystems, Unity, .NET, Xamarin, etc.

There are also formal protocols in the areas of Information Technology established with the business community, with the objective of integrating and rehabilitating employees, providing internships for students M.Sc. projects, among others. The List of companies is available at <http://informatica.ulusofona.pt/parceiros/lista-de-protocolos>.

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.

A atividade de docência é complementada pela participação em projectos internacionais, no âmbito de duas das unidades de I&D da ULHT (COPELABS e CICANT), dos quais salientamos:

- GAMILearning (2015-18): Jogos Digitais para a Literacia Mediática e Informacional, Projecto FCT-Austin, UTAP-ICDT/IVC-ESCT/0020/2014 - <http://gamilearning.ulusofona.pt>. Financiamento global: € 199 937,00.

- UMOBILE (2015-17): Universal, mobile-centric and opportunistic communications architecture (H2020-ICT-2014-1) - <http://www.umobile-project.eu>.

- CITYSENSE (2014-2016): Pervasive Sensing Framework (FCT / ULHT Project) - <http://copelabs.ulusofona.pt/~citysense>

No que respeita a financiamento, no período de 2013 - 2017 a UI&D COPELABS desenvolveu 10 projectos dos quais 5 foram financiados pela FCT; 2 foram / são financiados pela Comissão Europeia (UE IST FP7 ULOOP e H2020 UMOBILE); 1 foi financiado pela indústria (InnoWave Lablet), atingindo um financiamento total de aproximadamente 900.000 euros.

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

The teaching activity is complemented by participation in international projects, within the scope of two of the ULHT R&D units (COPELABS and CICANT), of which we highlight:

- GAMILearning (2015-2018): Digital Games for Media and Information Literacy, FCT-Austin Project, UTAP-ICDT/IVC-ESCT/0020/2014 - <http://gamilearning.ulusofona.pt>. Global funding: € 199 937,00.

- UMOBILE (2015-2017): Universal, mobile-centric and opportunistic communications architecture (H2020-ICT-2014-1) - <http://www.umobile-project.eu>.

- CITYSENSE (2014-2016): Pervasive Sensing Framework (FCT / ULHT Project) - <http://copelabs.ulusofona.pt/~citysense>.

With respect to funding, in the period 2013-2017, COPELABS developed 10 projects, of which 5 were financed by FCT; 2 were / are funded by the European Commission (EU IST FP7 ULOOP and H2020 UMOBILE); 1 was financed by the industry (InnoWave Lablet), reaching a global funding amount of approximately 900,000 euros.

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	63
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	0
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)	3
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	17

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).

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

- *Parcerias académicas europeias:*

Letónia (Information Systems Mgmt Institute), Polónia (Academy of Mgmt, Powislanski College in Kwidzyn, Higher Vocational School in Walcz)

- *Parcerias académicas overseas:*

Universidades da Bolívia (Universidad Privada Domingo), Brasil (Educação Tecnológica do Paraná, PUC-Rio de Janeiro), etc.

- *Programas abertos para Estudantes, Docentes e Investigadores:*

LLP/ERASMUS Consórcio, LLP/Leonardo da Vinci, ISEP-International Students Exchange Program

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

Participation in international networks relevant to the study cycle (networks of excellence, Erasmus networks).

- *European academic partnerships:*

Latvia (Information Systems Mgmt Institute), Poland (Academy of Mgmt, Powislanski College in Kwidzyn, Higher Vocational School in Walcz)

- *Academic overseas partnerships:*

Universities of Bolivia (Universidad Privada Domingo), Brazil (Technological Education of Paraná, PUC-Rio de January), etc.

- *Open programs for Students, Teachers and Researchers:*

LLP / ERASMUS Consortium, LLP / Leonardo da Vinci, ISEP-International Students Exchange Program

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

Poderá ser consultada informação mais detalhada sobre as atividades do Departamento no qual este ciclo de estudos está integrado, no respetivo Relatório de Atividades 2017/18 disponível na página:

<http://informatica.ulusofona.pt/departamento/relatorios/>

É igualmente relevante referir que, além dos 9 docentes investigadores integrados no COPELABS (centro de investigação directamente ligado ao Departamento no qual este ciclo de estudos se insere), existem mais 5 docentes que são colaboradores nesse mesmo centro, como se poderá verificar em:

<http://copelabs.ulusofona.pt/index.php/team/members>

6.4. Eventual additional information on results.

More detailed information about the activities of the Department of Computer Science and Information Systems in which this cycle of studies is integrated, can be found in the Activity Report for 2017/18, available at:

<http://informatica.ulusofona.pt/departamento/relatorios>

It is also important to mention that, in addition to the 9 faculty members who are integrated researchers in COPELABS (the Computer Science Center directly linked to the Department in which to which this cycle of studies belongs), there are 5 other others who are collaborators in this same center, as shown at:

<http://copelabs.ulusofona.pt/index.php/team/members>

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.

Não

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

<http://www.ulusofona.pt/qualidade>

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

[7.1.2._Reatorio_MESI_SIGQ.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.

1. A garantia da qualidade da oferta formativa - criação, revisão e extinção

Os procedimentos de criação de nova oferta formativa consideram os propósitos do ensino superior definidos pelo Conselho da Europa e pelas diferentes entidades nacionais, nomeadamente no que concerne à criação de uma base de conhecimento abrangente e avançada que estimule a investigação e a inovação e preveem a análise prévia sobre a pertinência e grau de alinhamento dos novos cursos com a estratégia institucional, sobre a sua adequação aos referenciais nacionais e internacionais, sobre a existência de peritos na elaboração da proposta, sobre a empregabilidade e a preparação dos estudantes para a cidadania ativa e ainda a existência de recursos humanos e materiais que suportem adequadamente o ensino e aprendizagem na(s) área(s) de cada curso.

A revisão do CE decorre de propostas da direção de curso que resultam da monitorização e avaliação contínua, de medidas de melhoria aprovadas no âmbito do SIGQ ou ainda de recomendações recebidas no âmbito da avaliação externa dos ciclos de estudo pela A3ES.

A decisão de extinção tem por base, nomeadamente, a análise de indicadores de procura e de eficiência formativa dos CE, os recursos humanos e materiais disponíveis e a sua relevância estratégica para a instituição.

A oferta formativa a disponibilizar em cada ano letivo é decidida pelo Reitor e Administrador, ouvidos os órgãos.

2. Recrutamento e Acompanhamento dos Estudantes

A ULHT privilegia uma política integrada de promoção e recrutamento de novos estudantes centrada nos princípios da adequação de posicionamento e inclusão. O núcleo agregador do processo de interação com a procura é o portal de internet que, para além de elencar todos os CE oferecidos em cada ano letivo, apresenta informações diversas sobre cada curso. No mesmo portal são apresentados regulamentos e normativos que cobrem todas as fases do ciclo de estudos e do estudante na instituição.

Os procedimentos de reconhecimento de formação anterior e experiência profissional estão definidos no regulamento de creditação. A implementação destes procedimentos decorre via plataforma criada especificamente para o efeito – NeTCreD e tem subjacente mecanismos de garantia da eficiência, transparência e monitorização contínua do processo pela Reitoria e pelas UO, em colaboração com os Serviços Académicos, procedendo-se, sempre que necessário, à sua correção ou melhoria.

Anualmente é aplicado um questionário de caracterização dos novos estudantes. Os resultados deste questionário permitem conhecer melhor os novos estudantes da ULHT, no que se refere, nomeadamente, à sua origem, ao seu percurso escolar anterior, às suas motivações e expectativas quanto ao curso e à Univ. e forma como tiveram conhecimento do curso a que se candidataram.

Para que todos os estudantes possam conhecer a organização da instituição e aceder aos serviços de acompanhamento e suporte ao seu percurso académico, no início de cada ano letivo é promovido pela Reitoria, em colaboração com as UO e Serviços um programa de receção aos novos estudantes.

Durante o seu percurso académico, os estudantes dispõem de serviços e mecanismos que apoiam e promovem o seu sucesso escolar, nomeadamente:

i) o Gab. de Apoio à Integração dos Alunos (GAIA), Gab. de Acompanhamento dos Estudantes NEE(GAENEE) e o Serviço de Aconselhamento Psicológico.

ii) Utilização de mecanismos de apoio à docência, que permitem a melhoria na qualidade das UC, a identificação e partilha de boas práticas, a utilização de plataformas de apoio ao ensino e a integração de competências transversais.

iii) Acompanhamento de proximidade por parte das direções de CE, do Provedor do Estudante e dos SATA–Serviços de Apoio Técnico–Administrativo no acompanhamento dos estudantes e no contributo para o sucesso escolar dos mesmos.

Os resultados da monitorização do sucesso escolar, a partir de indicadores pré-definidos, são analisados ao nível da UC, do CE, da UO e do global da ULHT e discutidos ao nível do CE, dos C. Pedagógicos da UO e da Universidade, nos quais estão representados estudantes e docentes eleitos pelos seus pares. Constitui elemento essencial para esta análise a produção por UC do relatório da unidade curricular (RUC), uma vez que integra também todos os elementos relativos ao sucesso escolar. Com vista a mobilizar apoios que permitam responder a necessidades diversas e em ordem a assegurar o desenvolvimento e melhoria contínua dos mecanismos de ação social, os estudantes contam com o Serviço de Ação Social Escolar – SASE. No âmbito da inserção e acompanhamento dos diplomados, a ULHT conta com um leque alargado de protocolos e parcerias que potenciam atividade de cooperação, parcerias educativas, estágios (curriculares e extracurriculares), beneficiando a inserção dos estudantes na vida profissional. A Rede de Antigos Alunos da Lusófona (RAAL) tem como objetivo global potenciar oportunidades para inserção dos diplomados na vida ativa e de ligação permanente dos diplomados com a Univ.. A DRIE – Direção de Relações Internacionais,

Estágio, Emprego e Empreendedorismo, presta apoio aos estudantes e diplomados, nomeadamente através da divulgação de ofertas de emprego e estágios, entre outras e ainda através da dinamização dos Programas de Apoio ao Empreendedorismo e à Criação do Próprio Emprego. No âmbito do SIGQ, recolhe-se anualmente informação sobre o percurso profissional dos seus estudantes através do inquérito aplicado on-line ao universo de diplomados dos diferentes graus e CE. Os resultados são apresentados em formato de relatório - relatórios de empregabilidade – e são discutidos no âmbito dos C. Pedagógico e Científico das UO e órgãos da ULHT e integram os relatórios de avaliação dos CE, das UO e o relatório anual da ULHT

3. Monitorização e Melhoria Contínua da Qualidade dos Ciclos de estudo

A estratégia para o planeamento, organização, monitorização, avaliação e melhoria do ensino ministrado desenvolve-se, no essencial, em sucessivos níveis de intervenção progressivamente agregados – a UC, o CE, a UO e Univ. – e consubstancia-se na elaboração de relatórios anuais de autoavaliação.

O relatório da UC – RUC é elaborado pelo respetivo docente responsável com base na análise da equipa docente sobre o funcionamento da UC e em fontes de informação adicional, que se encontram disponíveis sistema de informação: a) FUC e outros elementos relativos à organização e planeamento da UC; b) Os resultados escolares dos estudantes na UC; c) Os resultados dos inquéritos relativos às perceções dos estudantes sobre o ensino/aprendizagem na UC- inquéritos pedagógicos, aplicados no final de cada semestre. O questionário inclui diversos grupos de questões relativos à autoavaliação do estudante na UC, ao desenvolvimento de competências, ao funcionamento da UC, ao desempenho pedagógico e científico dos docentes da UC e aos recursos de apoio ao ensino/aprendizagem.

A finalidade do RUC é promover, de forma sintética, a avaliação global do funcionamento da UC, bem como permitir uma análise crítica que conduza a identificação de fatores críticos que necessitem de intervenção e correção e, nesse contexto, a definição de um plano de melhoria.

O diretor do CE elabora um relatório anual, focando aspetos essenciais para o CE, considerando indicadores previstos no SIGQ. O relatório deve incluir uma análise crítica sobre a concretização de planos de atividades/melhoria apresentados para cada ano letivo; uma síntese dos pontos considerados estratégicos para o melhoria do CE, bem com um reflexão final sobre o estado de desenvolvimento, objetivos a atingir e ações de melhoria. O relatório de cada CE é discutido no âmbito do respetivo curso, enviado ao director da UO para apreciação no âmbito dos órgãos e elaboração de um relatório síntese sobre a qualidade e adequação da oferta formativa e do ensino ministrado, que inclui, nomeadamente: a) uma apreciação dos relatórios dos cursos e ações de melhoria propostas, tendo em consideração as recomendações propostas anteriormente; b) a análise dos resultados obtidos face aos padrões e metas estabelecidos; c) os principais vectores de desenvolvimento do CE: ensino e investigação; d) uma síntese de medidas e para o desenvolvimento da UO e respectivo plano de atividades.

Com base nos relatórios provenientes de cada UO, é elaborada uma síntese dos aspetos salientes da avaliação da organização e funcionamento do ensino, incluindo a atualização do painel de indicadores que constituem a tabela de indicadores de suporte ao planeamento estratégico e ao SIGQ, bem como o plano global de ação para melhoria da qualidade do ensino na ULHT.

Essa síntese é posteriormente integrada no relatório global de autoavaliação em que se analisa o grau de prossecução dos objetivos traçados e o funcionamento do SIGQ e se apresenta o plano global de melhoria. O relatório global de autoavaliação é discutido no âmbito dos C. Pedagógico, Científico e Universitário.

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.

Ensuring the quality of the training offer - creation, revision and extinction

The procedures for the creation of a new offer training consider the purposes of higher education defined by the Council of Europe and the different national entities, regarding the creation of a comprehensive and advanced knowledge to stimulate research and innovation. Also provide an analysis on the relevance and degree of alignment of the new courses with the institutional strategy, their adequacy to national and international benchmarks, the existence of experts in the proposal preparation, the employability and preparation of students for active citizenship, and the existence of human and material resources that adequately support teaching and learning in the area (s) of each course.

The revision of the EC results from proposals from the direction of the course resulting from continuous monitoring and evaluation, improvement measures approved within the SIGQ framework or recommendations received in the context of the external evaluation of the study cycles by the A3ES.

The ending decision is based on the analysis of the EC's demand and training efficiency indicators, the available human and material resources and their strategic relevance to the institution.

The training offer to be made available in each year is decided by the Rector and Administrator, after hearing the bodies.

2. Student Recruitment and Follow-Up

The ULHT privileges an integrated policy of promoting and recruiting new students focused on the placement and inclusion principles adequacy. The search interaction process is the internet webpage that, besides listing all the EC offered in each year, presents several information about each course. In the same webpage are presented regulations covering all phases of the student's study cycle in the institution.

The procedures for recognition of previous training and professional experience are defined in the accreditation regulation. The implementation of these procedures takes place via a platform created specifically for this purpose - NETCred and has underlying mechanisms to guarantee the efficiency, transparency and continuous monitoring of the process by the Rectory and the OUs, in collaboration with the Academic Services, to its correction or improvement. Each year a questionnaire characterizing the new students is applied. The results of this questionnaire allow a better knowledge ULHT new students, in particular their origin, their previous school course, their motivations and expectations regarding the course and the University and how they were aware of the course to which they have applied.

For all students to know the organization of the institution and access the services and academic progression support,

at the beginning of each academic year, a program of reception for new students is promoted by the Rectory in collaboration with the OUs and Services.

During their academic journey, students have the services and mechanisms that support and promote their school success, namely:

- i) Student Support and Integration Office (GAIA), Office for the Follow-up of Students with Special Educational Needs (GAENEE) and Psychology Service.
- ii) Use of teaching support mechanisms, which allow the improvement of the Curricular Unit quality, good practices identification and sharing, the use of platforms to support teaching and the integration of transversal competences.
- iii) Proximity monitoring by CE director, Student Ombudsman and SATA - Technical and Administrative Support Services in the student's follow-up and in the contribution to the students school success.

The results of the school success monitoring, based on pre-defined indicators, are analyzed at the level of the Curricular Unit, the study cycle, the OU and the ULHT and discussed at the CE level, and in OU and ULHT Pedagogical Board, in which are represented students and teachers elected by their peers. It is essential for this analysis the production per Curricular Unit - the course unit report (RUC), since it also integrates all the elements related to school success. To mobilize support to respond to diverse needs and to ensure the development and continuous improvement of social action mechanisms, students rely on the School Social Action Service - SASE. In the scope of insertion and follow-up of graduates, the ULHT has a wide range of protocols and partnerships that strengthen cooperation activity, educational partnerships, internships (curricular and extracurricular), benefiting the insertion of students in professional life. ULHT Alumni Network (RAAL) has as main goal reinforce opportunities for the insertion of graduates in the active life and permanent link of the graduates with the University. The International Relations, Internship, Employment and Entrepreneurship Department (DRIE) provides support to students and graduates, through the dissemination of job offers and internships, among others, and through the promotion of Entrepreneurship Support Programs and to the Creation of Own Employment. In the scope of SIGQ, information is collected annually on the professional career of its students through the online survey applied to the universe of graduates of different grades and CE. The results are presented in report format - employability reports - and are discussed in the OU Pedagogical and Scientific Boards and ULHT Councils and are included in the evaluation reports of the EC, the OU and the annual report of the ULHT.

3. Monitoring and Continuous Improvement of Study Cycle Quality

The strategy for the planning, organization, monitoring, evaluation and improvement of the taught education develops essentially in successive levels of progressively aggregated intervention - the UC, the Course, the OU and the Univ - and is based on the elaboration of annual self-assessment reports.

The UC - RUC report is prepared by the responsible teacher based on the perceptions of the teaching team about the UC process and on additional sources of information, which are available information system: a) FUC and other elements related to organization and planning of UC; b) The school results of the students in the UC; c) The results of surveys on student perceptions of teaching / learning in UC - pedagogical surveys, applied at the end of each semester. The questionnaire includes several groups of questions related to the student's self-assessment in the UC, the competences development, the UC functioning, the pedagogical and scientific performance of the UC professors and the teaching / learning support resources.

The RUC purpose is to synthesize the overall evaluation of the operation of the UC, as well as to allow a critical analysis that allows the identification of critical factors that need intervention and correction and, in this context, the definition of an improvement plan.

The director of each EC draws up an annual report, focusing on key aspects for the EC and indicators provided for in the SIGQ. The report shall include a critical review of the implementation of activity / improvement plans submitted for each school year; a summary of the points considered strategic for the improvement of the EC as well as final reflection on the EC state of development, goals to be achieved and improvement actions. The report of each course is discussed in the course, sent to the director of the OU for consideration within the organs and a synthesis report on the quality and adequacy of the training and teaching offered, which includes, in particular: a) an assessment of the proposed course reports and improvement actions, taking into account the recommendations previously proposed; b) the analysis of the results obtained against the established standards and targets; c) the main drivers of EC development: education and research; d) a summary of measures for OU development and respective plan of activities.

Based on the reports coming from each OU, a synthesis of the most salient aspects of the evaluation of the organization and functioning of education is elaborated, including the updating of the panel of indicators that constitute the table of indicators of support to strategic planning and SIGQ, as well as the plan of action to improve the quality of teaching in the ULHT. This synthesis is then integrated into the global self-assessment report, which analyzes the degree of achievement of the objectives outlined and the functioning of the internal quality assurance system and presents the overall improvement plan. The global self-assessment report is discussed within the framework of the Pedagogical, Scientific and Univ. Councils.

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.

A coordenação do SIGQ é assegurada pelo Administrador, Reitor, Diretor da Unidade Orgânica e Responsáveis científicos - pedagógicos dos ciclos de estudos a partir da consulta aos órgãos, nomeadamente o C. Pedagógico, Científico e Universitário. Na coordenação operacional dos processos intervêm os Serviços, particularmente os Serviços responsáveis pela coordenação dos esforços relativos à garantia da qualidade (SGQ). O Diretor de Curso é o responsável direto pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade do CE. Nomeadamente compete-lhe garantir o planeamento, organização e monitorização do funcionamento do CE, a sua evolução e harmonização com os objetivos que lhe forem assinalados numa perspetiva de melhoria contínua.

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

The SIGQ is coordinated by the Administrator, Rector, Organic Unit Director and scientific - pedagogical leaders of the study cycle, based on consultation with the boards, namely Pedagogical, Scientific and University. The Services are involved in the operational coordination of processes, particularly the Services responsible for coordinating quality assurance efforts (SGQ). The Course Director is directly responsible for implementing the CE quality assurance mechanisms. It is responsible for ensuring the planning, organization and monitoring of the EC functioning, its evolution and harmonization with the objectives assigned to it in a perspective of continuous improvement.

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

A avaliação dos docentes é feita através do cruzamento de dados diversos , em especial: informação recolhida através da inquirição dos estudantes sobre o desempenho pedagógico e científico dos docentes; avaliação de desempenho do docente por parte da Direcção e do coordenador científico do curso; produção científica , taxa de sucesso escolar dos estudantes, análise de sumários e registos de assiduidade, verificação das taxas e perfis de utilização por parte do docente das novas tecnologias de informação e da comunicação; apreciação do reconhecimento e participação dos docentes em organismos nacionais e internacionais; participação em acções de formação com vista à actualização de conhecimentos e à obtenção de graus académicos, entre outros. A ULHT dispõe de um plano de formação para desenvolvimento de competências dos docentes e definiu mecanismos de incentivo à formação com vista à progressão na obtenção de graus académicos.

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

The evaluation of the teachers is done through the crossing of diverse data, especially: information collected through the inquiry of the students on the teachers pedagogical and scientific performance; evaluation of the teacher's performance by the Management and the scientific coordinator of the course; scientific production, student success rates, summary analysis and attendance records, verification of ratio and profiles of teachers' use of new information and communication technologies; appreciation of the recognition and participation of teachers in national and international bodies; participation in training actions to update knowledge and to obtain academic degrees, among others. The ULHT has a training plan for the development of teachers' competences and defined mechanisms to encourage training to progress towards the achievement of academic degrees.

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

https://www.ulusofona.pt/pt/media-ref/avaliacao-de-desempenho-dos-docentes/download/regulamento_avaliacao_desempenho_docentes_ulht.pdf

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

A definição dos objetivos da ULHT, bem como os objetivos a atingir pelas equipas de trabalho, são transmitidos semestralmente em reuniões promovidas pela Direcção respetiva. Daqui resulta um claro conhecimento do trabalho esperado e a realizar por cada um, e do necessário acompanhamento e formação contínua a fomentar junto do pessoal não docente, bem como das responsabilidades de cada interveniente sobre a avaliação do seu desempenho. A par da avaliação de desempenho individual realizada por cada responsável para apreciação das competências técnicas e interpessoais do colaborador, é ainda considerada a avaliação realizada pelos estudantes e docentes aos diversos serviços da IES através da aplicação de questionários online. A ULHT promove formação, com especial incidência nas áreas das TI, organização e gestão de processos, aspetos específicos da atividade académica e/ou relativos a inovações e desenvolvimentos no sector do ensino superior (ex. aspetos legais)

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

The ULHT objectives definition, as well as the objectives to be achieved by the respective work teams, are transmitted half-yearly in meetings promoted by the University Leads. This results in a clear knowledge of the work expected and to be carried out by each one, and the necessary accompaniment and continuous training to be provided to non-teaching staff, as well as the responsibilities of each actor in assessing their performance. In addition to the individual performance evaluation carried out by each supervisor, the evaluation of the collaborator's techniques and interpersonal skills is also considered by the students and teachers to the several IES services through the application of online questionnaires. The ULHT promotes training, especially in the areas of IT, organization and management of processes, specific aspects of academic activity and / or related to innovations and developments in the higher education sector (eg legal aspects).

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

Em conformidade com os padrões e orientações europeus a ULHT estabeleceu procedimentos para a prestação regular de informação pública acerca de um conjunto pré-definido de dados e resultados relativos a cada CE que são disponibilizados no site da ULHT (www.ulusofona.pt): objetivos de aprendizagem, qualificações conferidas e as perspetivas de empregabilidade; qualificação do pessoal docente e o seu regime de vínculo à instituição; as políticas de acesso e orientação dos estudantes; a planificação dos cursos, metodologias de ensino, aprendizagem e avaliação dos estudantes; as oportunidades de mobilidade; direitos e deveres dos estudantes; os serviços de ação social escolar; os mecanismos para lidar com reclamações e sugestões; o acesso aos recursos materiais e serviços de apoio ao ensino; os resultados do ensino ; os relatórios de autoavaliação e avaliação externa e as políticas de garantia interna da qualidade. Nos termos do Art 159.º do RJIES, a ULHT aprova e publica um relatório anual.

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

In accordance with European standards and guidelines, ULHT has established procedures for the regular provision of public information on a predefined set of data and results for each CE that are made available on the ULHT website (www.ulusofona.pt): objectives qualifications and employability prospects; qualification of teaching staff and their system of linkage to the institution; student access and guidance policies; course planning, teaching methodologies, student learning and assessment; mobility opportunities; rights and duties of students; school social action services; mechanisms for dealing with complaints and suggestions; access to material resources and support services for teaching; the results of teaching; the self-assessment and external evaluation reports and the internal quality assurance policies. Pursuant to Art 159 of RJIES, ULHT approves and publishes an annual report.

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

A Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, a seu pedido, foi avaliada pela EUA - European University Association em 2007. Em resultado desta avaliação a ULHT é hoje Full Member da EUA.

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

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, at its request, was evaluated by EUA - European University Association in 2007. As a result of this evaluation ULHT is currently a Full Member of the EUA.

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

- 1. Verificou-se um aumento progressivo e muito significativo nos últimos 3 anos lectivos do número de estudantes inscritos no presente ciclo de estudos e do número de diplomados (Mestres).*
- 2. O ciclo de estudos possui boas características de internacionalização com a participação de uma percentagem muito significativa de estudantes estrangeiros, provenientes de Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa, Brasil, Venezuela e Síria.*
- 3. O ciclo de estudos encontra-se bem enquadrado com os objectivos de aprendizagem, fornecendo um currículo avançado nas respectivas áreas, garantindo a formação e especialização de estudantes aptos a investigarem e inovarem em sistemas de informação empresariais ou projectos de base tecnológica em ambientes empresariais e/ou académicos.*
- 4. O presente ciclo de estudos integra UCs avançadas nas áreas de especialização que fornecem temas de dissertação orientados para a investigação.*
- 5. As metodologias de ensino utilizadas estão bem adequadas aos objectivos de aprendizagem das UCs e utilizam os métodos de acompanhamento referidos nas metodologias para aumentar o sucesso escolar e a abrangência do ensino.*
- 6. São realizadas actualizações semestrais dos materiais leccionados nas unidades curriculares, de acordo com a rápida evolução das tecnologias core do ciclo de estudos (Transformação Digital, Data Analytics, Segurança, Empreendedorismo, etc...).*
- 7. O ciclo de conferências enquadradas na UC de "Seminário de Projecto" foi estendida aos 3 semestres do Mestrado e a todos os ciclos do Departamento de Informática (1º, 2º e 3º ciclos), fornecendo uma visão global do estado da arte nas áreas mais relevantes do ciclo de estudos, promovendo contactos entre os candidatos e empresas, organizações e personalidades com actividade relevante, e permitindo igualmente aos estudantes finalistas do 1º ciclo tirar partido de uma excelente iniciação a temas e projetos avançados.*
- 8. O ciclo de estudos dispõe de um corpo docente constituído por 94% de doutorados, com excelente currículo académico e boas ligações ao mundo empresarial, bem adequado aos objectivos enunciados.*
- 9. O ciclo de estudos dispõe de bons recursos materiais (por exemplo, laboratórios de sistemas e redes assim como interligação a bancadas de teste internacionais) e pedagógicos e beneficia de uma interdisciplinaridade efetiva com outros departamentos da ECATI, onde se insere.*
- 10. O horário pós-laboral em que o ciclo é ministrado permite o ingresso estudantes trabalhadores que desenvolvem actividade na área das TIC, o que constitui uma mais-valia no processo de aprendizagem pois permite integrar as suas práticas profissionais no contexto das aulas e enriquecê-las com o seu conteúdo.*

8.1.1. Strengths

- 1. We have been observing a progressive and very significant increase in the last 3 academic years of the number of students enrolled in the present cycle of studies and the number of graduates (Masters).*
- 2. The study programme has good internationalization characteristics with the participation of a very significant percentage of foreign students coming from Portuguese-speaking African countries, Brazil, Venezuela and Syria.*
- 3. The proposed curriculum is well-suited to its learning objectives, providing an advanced training course in the areas addressed, training and specializing students for investigating and innovating in business information systems or technology-based projects in corporate environments and / or academics.*
- 4. The curriculum integrates advanced curricular units in areas of expertise that may provide research-oriented dissertation topics.*
- 5. The teaching methodologies used are well suited to the learning objectives of the curricular units, using the aforementioned monitoring methods for optimizing teaching comprehensiveness and increasing academic success.*
- 6. Every semester the materials taught in the curricular units are updated, to keep in pace with the rapid evolution the study cycle core technologies (Digital Transformation, Data Analytics, Security, Entrepreneurship, etc ...).*
- 7. The seminar conferences of the "Project Seminar" curricular unit has been extended to all the Master's semesters*

and to all Computer Science Department's cycles (1st, 2nd and 3rd cycles), providing a state of the art overview of the most relevant scientific areas of the study plan, promoting contacts between candidates and companies, organizations and personalities with outstanding activity, and allowing the finalists students of the 1st cycle to benefit from an excellent initiation to advanced themes and projects.

8. The study cycle has a faculty composed largely of doctorates, with an excellent academic curriculum and good connections to the business world, well suited to the stated objectives.

9. The study programme has good material resources (e.g.: systems and network laboratories as well as interconnection to worldwide large-scale testbeds) and educational resources and benefits from an effective interdisciplinarity with other departments of ECATI, where it is inserted.

10. The post-work schedule in which the cycle is taught allows the enrollment of working students with activities in ICT, which is an added value in the learning process since it allows integrating their professional practices in the context of the classes and enrich them with its content.

8.1.2. Pontos fracos

1. A leccionação em paralelo nos dois primeiros semestres de Unidades Curriculares obrigatórias mais orientadas para o ramo de Sistemas de Informação, com UCs mais orientadas para o de Engenharia Informática cria uma relativa duplicidade de objetivos do Ciclo de Estudos, tem atraído ultimamente numerosos candidatos (acima do numerus clausus de 20), mas com formações prévias díspares, que depois não se reconhecem integralmente na continuidade dos dois percursos propostos. Este facto tem levado a uma taxa de desistências no final do percurso curricular que poderia ser mais reduzida, através de um maior enfoque em ciências informáticas na sua globalidade.

2. Os temas abordados no Ciclo de Estudos não estão devidamente alinhados com o 1º ciclo e o 3º ciclo em informática até 2017, nem com a investigação desenvolvida na unidade COPELABS, até 2017 (ver ponto 6.2.1).

8.1.2. Weaknesses

1. The fact that in the first two semesters of the curriculum, mandatory disciplines more oriented to the branch of Information Systems, are taught in parallel with others more oriented to the Computer Engineering one, creates a certain duplicity of objectives, which lately has attracted numbers of candidates above to the numerus clausus (20). Unfortunately, these candidates often have very divergent educative profiles, and do not fully recognize themselves in the continuity of the two proposed branches, leading to a dropout rate at the end of the curricular path that could be reduced, via a more consolidated and global focus in computer science.

2. The topics covered in this study cycle are not adequately aligned with the 1st cycle and 3rd cycle in computer science until 2017, neither with the research developed in the research unit COPELABS until 2017 (see section 6.2.1).

8.1.3. Oportunidades

1. A existência de dois centros de investigação agregados à ECATI (COPELABS e CICANT) com actividades em áreas relevantes para o ciclo de estudos, permite a realização de temas de dissertação com boa projecção a nível científico o que possibilita uma excelente participação dos candidatos em actividades de I&D.

2. A reestruturação estratégica da unidade de I&D em informática (COPELABS), iniciada em 2017 e visando o período até 2022, define novas áreas de investigação e maior alinhamento com os ciclos de ensino, estando o actual corpo docente integrado na sua totalidade na unidade, permitindo portanto uma maior interligação entre ensino e investigação, aspecto inovador em Portugal e relevante para afirmar a ULHT como universidade de ensino e ciência.

3. A possibilidade que o ciclo de estudos oferece aos candidatos de poderem iniciar no âmbito das UCs, projectos relacionados com casos reais de sistemas e organizações a actuar no contexto nacional ou internacional, que podem ter continuidade em temas de dissertações, constitui uma boa oportunidade de inserção no mercado de trabalho.

4. A participação de finalistas do 1º ciclo em ciclos de conferências anuais promovidas no âmbito da UC de Seminário de Projecto do presente Ciclo de Estudos, e a possibilidade dos trabalhos finais de curso do 1º ciclo terem continuidade nos temas de dissertação, permite despertar uma maior apetência para a iniciação em actividades de investigação e aprofundamento de tecnologias mais avançadas, tenderá a aumentar o número e o nível de candidatos ao 2º ciclo.

8.1.3. Opportunities

1. The existence of two research centers in ECATI (COPELABS and CICANT), with activities in areas relevant to the study programme, leverages the development of dissertation themes with good scientific projection, therefore allowing an excellent participation of the candidates in R&D activities.

2. The strategic restructuring of the research unit in Informatics (COPELABS), from 2017 until 2022, defines new research areas and a greater intertwining with the 3 cycles of studies. With the teaching staff of this cycle fully integrated in the unit, there is a greater interconnection between teaching and research, a highly innovative aspect in Portugal and relevant to further affirm ULHT as a university dedicated to teaching and research.

3. The possibility that the cycle programme offers the candidates to initiate, in the scope of the CUs, projects related to real cases of systems and organizations, acting in the national or international context that can have continuity in dissertations themes, constitutes a good opportunity of insertion in the business market.

4. The participation of B.Sc. finalists in annual cycles of conferences promoted in the scope of the Project Seminar curricular unit and the possibility that final B.Sc. project reports may continue as topics of M.Sc. dissertation, creates a greater stimuli for research activities among students and for further developing more advanced skills, that will tend to increase the number and level of M.Sc. candidates.

8.1.4. Constrangimentos

1. O actual plano de estudos do MEISI tem já uma década de existência e, embora tenha sofrido constantes atualizações a nível dos conteúdos das UCs, a área das Ciências da Informação evoluiu de forma excepcionalmente rápida neste período, tornando necessária uma reestruturação curricular integrando as mudanças ocorridas sob forma novas UCs centradas em temas actualmente indispensáveis à formação dos candidatos, tais como Arquitecturas

Avançadas de Redes, Segurança Descentralizada, Tecnologias de Blockchain, Data Science e Machine Learning (ver propostas de melhoria e Secção 9).

2. A abordagem de juntar no mesmo semestre UCs de opções distintas, plenamente justificada no período 2011-15 em que a crise económica vigente obrigou a um esforço de concentração para garantir números de candidatos suficientes para garantir a sobrevivência do Ciclo de Estudos, não se justifica na época actual, em que existe uma vasta população de licenciados ULHT em Engenharia Informática pelo mesmo Departamento, que procuram formação mais aprofundada na área e, não a encontrando no MEISI, preferem optar por se inscrever em Mestrados de Instituições de Ensino Superior concorrentes.

3. A recente submissão de um Mestrado em Sistemas de Informação e Transformação Digital no Departamento poderá introduzir uma sobreposição de objectivos e conteúdos com o presente ciclo de estudos, com consequente diminuição de candidaturas, se não houver um reforço do ramo de Engenharia Informática que atraia outros candidatos interessados numa formação mais aprofundada nesta área.

4. O presente ciclo de estudos está classificado no portal da DGECC na área CNAEF 523 Electrónica e Automação, quando no Despacho nº 13779/2014 a sua área científica principal é a 481 - Ciências Informáticas.

5. A forte oferta de ciclos de estudos similares em outras instituições de ensino superior concorrentes.

6. A realização de um 2º ciclo, embora forneça aos estudantes competências mais avançadas que lhes permitem obter melhores níveis de remuneração, parece a ser menos atractivo para muitos dos finalistas da licenciatura, do que a entrada imediata na vida profissional com níveis de remuneração inferiores.

8.1.4. Threats

1. The current study programme has already been in operation for a decade and, although it has undergone constant updates on syllabus contents, computer science has evolved exceptionally fast in this period, so that restructuring the curriculum becomes a necessity, in order to integrate the changes that have occurred in new Curricular Units, addressing areas nowadays essential to the candidates training, such as Network Architectures, Decentralized Security, Blockchain Technologies, Data Science and Machine Learning (see proposals for improvement and Section 9).

2. The approach which consisted in joining in the same semester CUs of different branches, fully justified in the period of 2011 to 2015, when the economic crisis implied the need to concentrate students for the sake of the cycle of studies survival, is no longer necessary at the present time, when a vast population of ULHT computer science graduates from the same Department who seek more advanced training in their area and, not finding it in MEISI, prefer to enroll in M.Sc.s in competing Higher Education Institutions.

3. The recent submission of a Master's Degree in Information Systems and Digital Transformation in the Computer Science Department may introduce an overlap of objectives and contents with the present cycle of studies, with consequent reduction of applications, if the branch of Computer Engineering is not reinforced to attract other candidates interested in a more in-depth training in this area.

4. The current study cycle is classified in the CNAEF 523 area - Electronics and Automation in the DGECC portal, whereas in the Despacho nº 13779/2014 its main scientific area is 481 - Computer Science.

5. The strong offer of similar study cycles in other competing higher educational institutions.

6. The completion of a M.Sc., while providing students with more advanced skills that allow them to obtain better salaries, seems to be less attractive to many of the B.Sc. finalists than an immediate entry into professional activity, even with lower wages.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Tendo em conta os pontos fracos e ameaças apresentados na análise SWOT da secção anterior e após análise da competição, de aspectos diferenciadores em curso no ensino e investigação em informática da ULHT, propõe-se como acção de melhoria para resolver globalmente todos os pontos mencionados, uma reestruturação do presente plano de estudos, orientada pelos seguintes princípios:

1. Introdução no plano de estudos de novas unidades curriculares que apresentem de forma explícita as mudanças ocorridas na área das Ciências da Informação, actualmente indispensáveis à formação dos candidatos (tais como aspectos avançados de Redes Wireless, conhecimentos teóricos e práticos de Data Science, utilização de tecnologias de Machine Learning na resolução de problemas complexos, utilização de sistemas Blockchain para garantir segurança e identidade descentralizadas, etc...), organizadas sob forma de percursos temáticos coerentes ao longo da componente curricular.

2. Alteração da estrutura do plano de estudos para um único ramo com UCs de áreas científicas coerentes e complementares, de forma a apresentar um objectivo facilmente apreensível. Somente no último semestre lectivo poderão os candidatos optar por uma área de especialização, escolhendo as UCs a partir de um leque de opcionais que lhes permitirão completar percursos já iniciados ou mesmo optar por uma abordagem final de uma outra área.

3. De entre as UCs opcionais do último semestre, são mantidas algumas UCs mais genéricas do actual ramo de Sistemas de Informação, de modo a que os candidatos, se assim o pretenderem, podem optar pela escolha de UCs nessa área. Este facto permite-nos igualmente a manter a designação do ciclo de estudos inalterada (Mestrado em Engenharia Informática e Sistemas de Informação).

4. As temáticas abordadas no novo plano de estudos são alinhadas com a investigação actualmente em curso na unidade de I&D em informática COPELABS, integrando toda a equipa de ensino e de investigação avançada, e com as temáticas a reforçar até 2022, de acordo com o plano estratégico dessa unidade (ver ponto 6.2.1).

5. De forma similar, o programa proposto é alinhado com o do Programa Doutoral em Informática (NEMPS) do Departamento de Engenharia Informática, de modo a facilitar aos diplomados do presente ciclo de estudos o prosseguimento da sua especialização académica com a realização de um 3º ciclo na ULHT.

Um plano curricular detalhado desta reestruturação, incluindo as Fichas de Unidades Curriculares das novas UCs e as Fichas Curriculares dos novos docentes é apresentado na secção 4 do presente formulário.

8.2.1. Improvement measure

In view of the weaknesses and threats presented in the SWOT analysis of the previous section and after analysis of the competition and of the differentiating aspects in computer science teaching and investigation at ULHT, a restructuring plan for this study plan is proposed as an improvement action to solve them all points globally, guided by the following principles:

1- Introduction of new curricular units that explicitly reflect the main changes in the area of Information Sciences, which are currently indispensable to the candidates training (such as advanced aspects of Wireless Networks, theoretical and practical knowledge of Data Science, using Machine Learning technologies for solving complex problems, using Blockchain systems to ensure decentralized security and identity, etc.), organized in the form of coherent thematic pathways throughout the curricular component.

2- Modifying the study plan structure to offer a single branch with curricular units from coherent and complementary scientific areas, to present an easily understandable objective. Only in the last semester can candidates opt for an area of specialization, choosing CUs from a wide range of options that will allow them to complete training paths already initiated or even opt for a final approach of another area.

3 - Among the optional CUs of the last semester, some more generic CUs of the current branch of Information Systems are maintained, so that the candidates, if they so wish, can opt for the choice of this area. This fact also allows us to keep the designation of the study cycle unchanged (MSc in Computing Engineering and Information Systems).

4. The topics covered in the new study plan are aligned with the research currently underway at the COPELABS R&D unit, integrating the entire teaching and advanced research team, and with the topics to be reinforced until 2022 in accordance with the strategic plan of COPELABS (see paragraph 6.2.1).

5. Similarly, the proposed program is aligned with that of the Doctoral Program in Informatics (NEMPS) of the Department of Informatics Engineering, in order to provide a better means for the graduates of the present cycle of studies to continue their academic specialization with a PhD in ULHT.

A detailed curricular plan for the proposed restructuring, including the Curricular Unit Forms for each of the new CUs and the Curriculum Forms for the new faculty members is presented in section 4 of this form.

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

A reestruturação acima referida tem uma prioridade elevada e será implementada a partir do ano lectivo de 2019/20, com a entrada em funcionamento do 1º ano do presente ciclo de estudos já de acordo com o novo plano agora proposto.

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

The aforementioned restructuring has a high priority and will be implemented starting in the academic year 2019/20, with the initiation of the 1st year of this study programme, already in accordance with the new proposed plan.

8.1.3. Indicadores de implementação

Os indicadores de implementação serão fornecidos pela entrada em vigor do novo plano de estudos, quando os dois anos do percurso académico correspondente estiverem em funcionamento ao abrigo do mesmo plano, ou seja, a partir do ano lectivo de 2020/21, uma vez que, de modo a não perturbar o funcionamento do plano de estudos actualmente em curso, serão leccionados em simultâneo o 2º ano do actual e o 1º ano do novo durante o ano lectivo de 2019/2020.

8.1.3. Implementation indicator(s)

The implementation indicators will be provided by the full operationalization of the new curriculum, when the two years of its corresponding academic duration are operating under the guidelines, i.e., in the 2020/21 academic year, since the 2nd year of the current curriculum and the first year of the next will be taught simultaneously during the academic year 2019/2020, not to disturb the normal functioning of the curriculum currently underway.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

Os principais objetivos da reorganização proposta para o plano de estudos são os seguintes:

1 - Desenvolver perfis formativos de futuros Mestres com grande capacidade para desempenhar papéis relevantes em actividades de inovação e investigação, em projectos de base tecnológica avançada em ambientes empresariais e/ou académicos.

2 - Garantir um ensino com forte potencial científico, constantemente actualizado, devendo o plano de estudos articular-se em torno das áreas científicas e tecnológicas definidas para a UI&D COPELABS, associada ao Departamento de Engenharia Informática, nomeadamente:

- Cognitive and User Centric Networking*
- Computational Systems*
- Data Mining and Statistics*

- *Knowledge and Management Information Systems, área tecnológica relacionada com transferência de conhecimento e tecnologia, e não investigação.*

3 - *Criar percursos alinhados com as áreas acima definidas, permitindo transferências de conhecimento do I&D para o ensino e possibilitando a fixação de estudantes em actividades de investigação, através de propostas de temas de dissertação alinhados com projectos nestas áreas.*

4 - *Aumentar o nível de detalhe nos temas abordados, reduzindo o espectro de áreas cobertas no currículo.*

Assim, o plano de estudos oferece no 1º semestre 3 UCs introdutórias a 2 destas áreas principais, a saber:

- *Tópicos Avançados de Redes*

- *Fundamentos de Data Science*

- *Fundamentos de Estatística para Data Science*

- *Adicionalmente, mantém-se duas UCs fundamentais do plano actual.*

Introduz-se portanto uma abordagem avançada em arquiteturas e protocolos de rede e uma oferta diferenciada na vertente de Data Science, com o respectivo enquadramento estatístico para completar conhecimentos de 1º ciclo.

No 2º semestre, mantém-se o enfoque nas duas áreas iniciadas no 1º semestre e introduz-se uma área adicional de segurança criptográfica em contexto descentralizado, aplicada à gestão de identidade digital. Este semestre é sobretudo caracterizado por abordar aspectos ligados à engenharia ao desenvolvimento de sistemas e aplicações avançadas, pelo que as UCs são classificadas na área científica de Engenharia Informática. É igualmente introduzida uma UC opcional a escolher de um primeiro leque de UCs intermédias, que permitem aos estudantes optar por aprofundar as áreas já introduzidas, ou por acrescentar uma nova área ao seu percurso. Neste semestre mantém-se a UC do plano actual de acompanhamento tutorial dos estudantes na escolha das suas orientações.

No 3º Semestre é dada aos estudantes a liberdade total na escolha das UCs, de acordo com o projecto de dissertação que pretendem prosseguir. As UCs opcionais propostas neste semestre são todas avançadas e permitem completar os percursos iniciados com uma especialização adicional, preparando o trabalho de dissertação e criando também pontes com áreas temáticas do programa doutoral NEMPS. Adicionalmente os estudantes consolidam e apresentam os seus temas de dissertação na UC de Seminário de Projecto.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

The main objectives of the proposed reorganization for the study programme are the following:

1 - *To develop M.Sc. profiles for candidates that will obtain excellent competencies for playing relevant roles in innovation and research activities in advanced technology projects, either in business and/or academic environments.*

2 - *To ensure an advanced training with strong scientific potential, constantly updated, and articulated around the strategic areas defined for the COPELABS R&D unit associated to the Department of Computer Engineering, which are:*

- *Cognitive and User Centric Networking*

- *Computational Systems*

- *Data Mining and Statistics*

- *Knowledge and Management Information Systems, a technological area focused on knowledge and technology transfer models, not on research.*

3 - *To create paths aligned with the areas defined above, allowing transfer of R&D know-how to the classroom, aggregating students in activities related to research activities by proposing dissertation themes aligned with projects in these areas.*

4 - *To increase the level of detail in the topics covered, by reducing the spectrum of areas addressed in the curriculum. Therefore, the syllabus offers 3 introductory CUs in 2 of the main areas above, in the first year of the first semester, namely:*

- *Advanced Networking Topics*

- *Data Science Fundamentals*

- *Statistics Applied to Data Science*

- *Additionally, two key UCs of the current plan are maintained.*

An advanced approach in network architectures and protocols is therefore introduced, as well as a differentiated offer in the area of Data Science, with a dedicated statistical framework to complete 1st cycle concepts in this area.

The second semester keeps the focus on the two areas initiated in the first semester and addresses the area of Computational Systems, by introducing a CU on decentralized cryptographic security, applied to digital identity management. This semester is characterized mainly by engineering aspects related to the development of advanced systems and applications, which is the reason its CUs are classified in the scientific area of Computing Engineering. An optional CU is also introduced, from a first set of intermediate CUs, which allows students to deepen the areas already introduced, or to add a new area to their course. In this semester, the tutorial follow-up unit that helps students in the choice of their orientations remains unchanged.

In the 3rd Semester students are given total freedom on the CUs choice, depending on the dissertation project they intend to pursue. The optional CUs proposed this semester all cover advanced topics and allow the completion of the paths initiated with an additional specialization, preparing for the dissertation work and also creating bridges with thematic areas of the doctoral programme in Informatics (NEMPS). In addition, students consolidate and present their dissertation themes in the Project Seminar unit.

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

9.2. Ramo único: Engenharia Informática e Sistemas de Informação

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

Ramo único: Engenharia Informática e Sistemas de Informação**9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).***Unique branch: Computer Engineering and Information Systems***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
Ciências Informáticas - 481 / Computer Science - 481	CI / CS	69	21	N/A
Engenharia Informática - 523 / Computer Engineering - 523	EI / CE	23	7	N/A
(2 Items)		92	28	

9.3. Plano de estudos**9.3. Plano de estudos - Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 1º Ano - 1º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Computer Engineering and Information Systems***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 (5)	Observações / Observations (5)
Tópicos Avançados de Redes / Network Advanced Topics	EI / CE	Semestral	196	TP: 30	7	
Fundamentos de Data Science / Data Science Foundations	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	
Fundamentos de Estatística para Data Science / Statistics Fundamentals for Data Science	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	
Metodologias de Investigação Científica / Research Methods	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	
Seminário de Orientação / Orientation Seminar	CI / CS	Semestral	56	OT:15	2	
(5 Items)						

9.3. Plano de estudos - Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 1º Ano - 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Computer Engineering and Information Systems***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)
Aplicações de Machine Learning / Machine Learning Applications	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	
Gestão de Identidade Descentralizada / Decentralized Identity Management	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	
Complementos de Data Science / Advanced Data Science	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	
Opção I / Option I	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	Opcional Quadro 1 / Optional Table 1
Seminário de Tutoria / Tutorial Seminar (5 Items)	EI / CE	Semestral	56	OT:15	2	

9.3. Plano de estudos - Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 2º Ano - 1º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Computer Engineering and Information Systems***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)
Opção II / Option II	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa Quadro 2 / Optional Table 2
Opção III / Option III	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa Quadro 2 / Optional Table 2
Opção IV / Option IV	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa Quadro 2 / Optional Table 2
Seminário de Projecto / Project Seminar (4 Items)	CI / CS	Semestral	252	OT:30	9	

9.3. Plano de estudos - Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 2º Ano / 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Computer Engineering and Information Systems***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)
Seminário de Dissertação ou Trabalho de Projecto / Dissertation Seminar or Project Work (1 Item)	CI / CS	Semestral	840	OT: 30	30	

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Optativas - Quadro 1 / Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 1º Ano - 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Unidades Curriculares Optativas - Quadro 1 / Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Optional Curricular Units - Table 1 / Computer Engineering and Information Systems***9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano - 2º Semestre***9.3.2. Curricular year/semester/trimester:***1º Ano - 2º Semestre***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)
Computação Ubíqua / Ubiquitous Computing	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Sistemas Distribuídos Tolerantes a Falhas / Fault Tolerant Distributed Systems	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Mobilidade em Redes Heterogéneas / Mobility in Heterogeneous Networks	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Enterprise Engineering	EI / CE	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Outras Unidades Curriculares / Other Curricular Units	EI / CE	Semestral	196	TP 30	7	Outras aprovadas pela CC do departamento / Other approved by the Scientific Commission of department

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Optativas - Quadro 2 / Engenharia Informática e Sistemas de Informação - 2º Ano - 1º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Unidades Curriculares Optativas - Quadro 2 / Engenharia Informática e Sistemas de Informação***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Optional Curricular Units - Table 2 / Computer Engineering and Information Systems***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)
Tecnologia e Aplicações de Blockchain / Blockchain Technology and Applications	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Controlo de Sistemas Dinâmicos / Dynamic Systems Control	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Técnicas de Computação Paralela / Parallel Computing	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Otimização e Algoritmos / Optimization and Algorithms	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Internet das Coisas / Internet of Things	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Algoritmos para Big Data / Algorithms for Big Data	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Visualização de Informação / Information Visualization	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Gestão de Projectos em Sistemas de Informação / Project Management in Information Systems	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Estratégia de Sistemas de Informação / Information Systems Strategies	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação / Systems Management and Information Systems	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Empreendedorismo Tecnológico / Technological Entrepreneurship	CI / CS	Semestral	196	TP:30	7	Optativa / Optional
Outras Unidades Curriculares / Other Curricular Units	CI / CS	Semestral	196	TP 30	7	Outras aprovadas pela CC do departamento / Other approved by the Scientific Committee of department
(12 Items)						

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Aplicações de Machine Learning

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aplicações de Machine Learning

9.4.1.1. Title of curricular unit:

/ Machine Learning Applications

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI / CE

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

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):

Francesco Costigliolia

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 disciplina tem por objetivos estimular no aluno:

- *A capacidade de análise e síntese;*
- *A capacidade de organização e planeamento;*
- *A capacidade para resolver problemas e tomar decisões;*
- *A capacidade de trabalhar em equipa;*
- *A capacidade para aplicar na prática o conhecimento adquirido;*
- *A capacidade para gerar novas ideias.*

Relativamente à componente técnica, na conclusão do curso, o aluno deverá ser capaz de discutir as principais noções e conceitos, tais como:

- *Desenvolver técnicas de Machine Learning em R (e Python)*
- *Ter uma visão geral de muitos modelos de Machine Learning*
- *Fazer previsões precisas e análises poderosas*
- *Desenvolver modelos robustos de Machine Learning*
- *Utilizar Machine Learning para criar valor ao negócio*
- *Introduzir tópicos específicos como Reinforcement Learning, NLP e Deep Learning*
- *Lidar com técnicas avançadas para Redução de Dimensionalidade*
- *Criar vários modelos de Machine Learning e entender como combiná-los para resolver um problema*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course aims to stimulate the student:

- *The ability of analysis and synthesis;*
- *The ability of organization and planning;*
- *The ability to solve problems and make decisions;*
- *The ability to work in a team;*
- *The ability to put in practice the theoretical knowledge acquired;*
- *The ability to develop new ideas.*

Regarding the technical component, at the end of the course, the student should be able to discuss the main topics and concepts, such as:

- *Master Machine Learning on R (and Python)*
- *Have an overview of many Machine Learning models*
- *Make accurate predictions and powerful analysis*
- *Make robust Machine Learning models*
- *Create strong added value to your business using Machine Learning*
- *Introduce specific topics like Reinforcement Learning, NLP and Deep Learning*
- *Handle advanced techniques like Dimensionality Reduction*
- *Build several Machine Learning models and understand how to combine them to solve a problem.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina é:

1. *Pré-processamento de dados*
2. *Regressão: Regressão Linear Simples, Regressão Linear Múltipla, Regressão Polinomial, SVR, Árvore de Decisão, Regressão Random Forest*
3. *Classificação: Regressão Logística, K-NN, SVM, Kernel SVM, Naive Bayes, Árvore de Decisão, Classificação Random Forest*
4. *Clustering: K-Means, Clustering Hierárquico*
5. *Aprendizagem da Regras de Associação: Apriori, Eclat*
6. *Reinforcement Learning: Upper Confidence Bound, Thompson Sampling*
7. *Processamento de Linguagem Natural: modelo e algoritmos do tipo "bag-of-words" para NLP*
8. *Deep Learning: Redes Neurais Artificiais, Redes Neurais Convolucionais*
9. *Redução de Dimensionalidade: PCA, LDA, Kernel PCA*
10. *Seleção e Boosting do Modelo: Validação Cruzada k-fold, Ajuste de Parâmetros, Grid Search, XGBoost*

9.4.5. Syllabus:

The Syllabus is:

1. *Data Preprocessing*
2. *Regression: Simple Linear Regression, Multiple Linear Regression, Polynomial Regression, SVR, Decision Tree Regression, Random Forest Regression*
3. *Classification: Logistic Regression, K-NN, SVM, Kernel SVM, Naive Bayes, Decision Tree Classification, Random Forest Classification*

4. *Clustering: K-Means, Hierarchical Clustering*
5. *Association Rule Learning: Apriori, Eclat*
6. *Reinforcement Learning: Upper Confidence Bound, Thompson Sampling*
7. *Natural Language Processing: Bag-of-words model and algorithms for NLP*
8. *Deep Learning: Artificial Neural Networks, Convolutional Neural Networks*
9. *Dimensionality Reduction: PCA, LDA, Kernel PCA*
10. *Model Selection & Boosting: k-fold Cross Validation, Parameter Tuning, Grid Search, XGBoost*

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

A disciplina de aplicações de Machine Learning tem como objetivo fundamental dar ao estudante competências técnicas avançadas com o objetivo de perceber como são utilizadas para resolver problemas de negócios em diversos setores de atividade.

As técnicas abordadas passam por resolver problemas de regressão, classificação e clustering. Numa segunda fase são apresentadas técnicas mais avançadas como Reinforcement Learning, Deep Learning e Natural Language Processing.

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

The main objective of the Machine Learning Applications discipline is to give the student advanced technical skills in order to understand how they are used to solve business problems in different industries.

The techniques covered will solve problems of regression, classification and clustering. In a second phase are presented more advanced techniques like Reinforcement Learning, Deep Learning and Natural Language Processing.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A avaliação é constituída por:

- 1) *50% da Classificação Final: Projeto Prático;*
- 2) *50% da Classificação Final: Exame Teórico.*

Notas importantes da avaliação:

- *Classificação mínima obrigatória de 8 em cada componente.*
- *As componentes de avaliação são obrigatórias, independentemente da época em que se realiza o exame.*
- *Os grupos do projeto podem ser entre 2 a 3 elementos.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The final evaluation is composed by:

- 1) *50% of final grade: Lab Project;*
- 2) *50% of final grade: Theoretical Examination.*

Important Notes:

- *Mandatory Minimum score of 8 in each component.*
- *The components of evaluation are mandatory, regardless of the period when the examination is made.*
- *The Lab Project groups can be from 2 to 3 members.*

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

Neste curso, serão apresentados as principais técnicas de Machine Learning com foco na sua aplicação em problemas reais de diversos setores de atividade.

Pretende-se, também, proporcionar aos alunos a possibilidade de desenvolver competências na utilização do software R e Python.

A componente prática é um dos aspetos fundamentais da disciplina, pelo que a capacidade de traduzir conhecimento em ações práticas e decisões de análise é particularmente valorizada.

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

In this course, the main methodological aspects of Machine Learning with a focus on its application to real problems of several industries.

The aim is also to provide students the opportunity to develop skills in the use of R and Python.

The practical component is one of the fundamental aspects of the discipline, so the ability to translate knowledge into practical actions and decision analysis is particularly valued.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Crawley, M. J. (2012). The R book. John Wiley & Sons. Chicago

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville (2017) Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning Series), MIT Press, 2017

Russel S., Norvig P. (2016) *Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.)*, Pearson, 2016
 Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2002). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Biometrics.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning (Vol. 112)*. New York: Springer.

Knaflic, C. N. (2015). *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. John Wiley & Sons.

Provost, F., Fawcett T. (2013) *Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*, O'Reilly Media Inc., 2013.

Anexo II - Complementos de Data Science

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Complementos de Data Science

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Advanced Data Science

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CI / CE

9.4.1.3. Duração:
semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:
196

9.4.1.5. Horas de contacto:
30

9.4.1.6. ECTS:
7

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):
Manuel Arturo Marques Pita

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

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta cadeira tem como objetivo central proporcionar os conhecimentos básicos necessários para trabalhar com representações construídas a partir de características informativas nos dados, considerando ao mesmo tempo que estes dados podem estar inseridos no contexto 'big data'. Os objetivos específicos são os seguintes:

- 1. Aprendizagem de técnicas e estratégias para lidar com situações onde existem grandes volumes de dados, e dados de fontes heterogêneas.*
- 2. Saber integrar características informativas provenientes de varias fontes diferentes dentro de um modelo coerente de dados.*
- 3. Implementar sistemas que fazem classificação binaria.*
- 4. Aprendizagem de técnicas avançadas de aprendizagem automática.*
- 5. Aprendizagem de técnicas de validação de classificadores e outros sistemas de aprendizagem automática.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The key objective of this module is to provide the basic knowledge needed to work with representations based on features extracted from data, while considering that these data may be exist in the context of 'big data'. The specific

objectives are as follows:

1. Learning techniques and strategies to deal with situations where there are large volumes of data, and data from heterogeneous sources.
2. Knowing how to integrate features extracted from several different sources into a coherent data model representation.
3. Implementing systems that do binary classification.
4. Get acquainted with key machine Learning Techniques in Data Science.
5. Learning the techniques use for validation of binary classifiers and other Machine Learning systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelamento de dados. Abordagem relacional vs dimensional.
2. Introdução a Data warehousing: OLAP/OLTP.
3. Extract Transform Load vs Discover Access Distill.
4. Representação de conhecimento a partir de fontes heterogéneas de dados.
5. Classificadores Binários.
6. Regressão Simbólica.
7. Deep and Reinforcement Learning.
8. Técnicas de validação.
9. Análise do estado da arte

9.4.5. Syllabus:

1. Data modelling: Relational vs Dimensional.
2. Data Warehousing introduction: OLAP/OLTP.
3. Extract Transform Load vs. Discover Access Distill.
4. Integration of knowledge from heterogeneous data sources.
5. Binary Classifiers and Symbolic Regression.
7. Deep and Reinforcement Learning.
8. Validation techniques.
9. State of the art analysis

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

Temas (1-4) são o suporte da primeira parte do objetivo central da cadeira, o qual procura que os estudantes saibam como lidar com grandes volumes de dados, assim como integrar dados heterogéneos. Especificamente, a cadeira começa por discutir o modelamento de dados, tipicamente baseado em modelos de entidade-relação, em contraste com os modelos dimensionais usados em data warehouses. Isto leva naturalmente ao tema de Online Analytical Processing, seguido do paradigma Extract Transform and Load. Neste ponto é feita a ligação com o paradigma Discover Access and Distill e com isto concretizamos o objetivo de aprendizagem (2). O resto dos temas estão em correspondência direta com os objetivos de aprendizagem: o tema (5) está ligado diretamente ao objetivo específico (3); tema 7 com o objetivo (4) e tema 8 a objetivo específico (5).

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

Topics (1-4) support the accomplishment of the central objective's first part, which seeks that students learn how to deal with large volumes of data, as well as integrate heterogeneous datasets. More concretely, this module begins with a discussion of data models based on entities and relationships, and contrasts them with dimensional models typically used in dimensional modelling. This leads naturally to discussing Online Analytical Processing (OLAP), and the Extract, Transform, Load paradigm. At this point we make a bridge with a counterpart paradigm in the data science community, namely Discover, Access, Distill. With this we achieve specific learning outcome (2). The rest of the topics in the program are linked directly to specific learning outcomes: Topic (5) supports learning outcome (3); topic (7) supports learning outcome (4) and topic 8 leads to the accomplishment of learning outcome (5).

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira consiste em sessões presenciais de natureza teórico-prática nas quais sempre existe um problema claramente definido para resolver. Isto permite a definição de sub-objetivos que levem gradualmente a resolução completa do problema. Cada sub-objetivo corresponde a um dos temas da cadeira. Esta metodologia evita aulas de natureza unidirecional e favorece a co-construção do conhecimento nos estudantes facilitada pelo professor.

A avaliação consiste em dois testes e dois projetos. Os testes avaliam a capacidade dos estudantes para relacionar conhecimentos básicos na criação de soluções complexas, assim como a escolha de técnicas e processos específicos mais apropriados para resolver diferentes tipos de problema. Os projetos estão desenhados para que os estudantes possam usar os conhecimentos adquiridos na construção de soluções reais a problemas complexos, apoiando assim à assimilação tanto dos aspetos teóricos como práticos que possam ser usados pelos estudantes no mercado.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This module consists of lectures aiming at putting knowledge into practice. Lectures revolve around real-world problems that are clearly defined. This supports students in finding sub-goals leading to a solution. Each of these sub-goals has correspondence with the different topics covered in the course. This correspondence typically has a theoretical and practical component. This methodology avoids unidirectional lectures, and favours the co-construction

of knowledge by students facilitated by the lecturer.

Evaluation is done via two tests and two practical projects. Tests measure students' skill in integrating pieces of theory and practice to solve complex problems, as well as the choice of techniques and processes that are appropriate to different kinds of problem. The projects are designed so that the students can use the acquired knowledge in the construction of a solution to a real problem, supporting the assimilation of skills that can be used outside in real-world problems.

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

A natureza teórico-prática das aulas procura simular o ambiente de trabalho de um cientista de dados, num contexto alargado que inclui por exemplo organizações com grandes volumes de dados heterogéneos (objetivo 1). Durante as aulas os estudantes tem acesso directo a referências teóricas, documentação de pacotes para programar, etc. Um dos aspetos mais importantes que depende da metodologia de ensino consiste em garantir que os estudantes conseguem trabalhar com um conjunto extenso de ferramentas teóricas e computacionais para resolver problemas que precisam de (a) integração de fontes heterogéneas (objetivo 2); (b) implementação de sistemas que aproveitam características extraídas dos dados usando aprendizagem automática (objetivos 3-4); e (c) validação de resultados (objetivo 5).

Os testes tem a função de solidificar este processo de assimilação de novos conhecimentos e técnicas computacionais. Os projetos práticos são desenvolvidos quase na sua totalidade nas próprias aulas o que permite aos estudantes ganhar experiência mais aprofundada na resolução de problemas centrais na ciência dos dados, nomeadamente o uso prático de técnicas como deep learning.

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

The theoretical and practical focus of this module seeks to simulate the environment in which data scientists work in the real world, considering the context in which the volume and heterogeneity of datasets may be large (learning outcome 1). Students have access to all types of resource during the lectures, including bibliographical references, software packages and their documentation, etc. One of the most important aspects associated with the chosen teaching methodology is to guarantee that students can manage a growing toolbox containing increasingly more complex concepts, techniques and code. Furthermore this methodology seeks to validate in the classroom that students can (a) integrate heterogeneous data sources (learning outcome 2); (b) implement machine learning systems that exploit features extracted from data (learning outcomes 3-4); and (c) successfully validate results (learning outcome 5).

The tests have the goal of solidifying the assimilation process of new concepts and techniques. The practical projects are developed in the classroom for the most part, which allows students to gain a more in-depth experience in the resolution of problems that are central to data science, namely the use of machine learning algorithms such as deep learning (neural networks).

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Géron, Aurelien (2019) Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems "O'Reilly Media, Inc."

Zheng, A., & Casari, A. (2018). Feature Engineering for Machine Learning: Principles and Techniques for Data Scientists. " O'Reilly Media, Inc."

Grus, J. (2015). Data science from scratch: first principles with python. " O'Reilly Media, Inc."

Foreman, J. W., Jennings, G., & Miller, E. (2014). Data smart: Using data science to transform information into insight. Wiley.

In addition a number of curated recent scientific articles covering course topics will be added throughout the fifteen weeks of lectures.

Anexo II - Tópicos Avançados de Redes

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tópicos Avançados de Redes

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Networking Topics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI / CE

9.4.1.3. Duração:

Semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

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):*Helena Rute Esteves Carvalho Sofia***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Paulo Jorge Milheiro Mendes***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC aprofunda conhecimento em arquiteturas e protocolos de rede, e fornece aos alunos conhecimento diferenciado relacionado com novas arquiteturas para uma Internet da nova geração:*

- *Aprofunda conhecimentos adquiridos durante o primeiro ciclo em arquiteturas e protocolos de rede.*
- *Apresenta paradigmas recentes, de uma perspectiva teórica e prática, com “case studies”.*
- *Auxilia à compreensão de limitações arquiteturais, e alternativas que podem auxiliar a melhorar a operação de rede.*
- *Auxilia à compreensão, de uma perspectiva operacional, de como novas tecnologias e conceitos funcionam, por exemplo, SDN, Mobile Edge Computing.*
- *Auxilia a compreender o papel de aspectos de “data science” em redes de comunicação.*
- *Permite adquirir compreensão prática referente a soluções, novos protocolos (e.g., 802.11p, LTE evolved) e novos conceitos (e.g. fog computing), através de trabalho desenvolvido em ambiente de bancada de testes e/ou simuladores.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*The UC intends to deepen topics on networking architectures and protocols, and to provides students with an end-to-end Internet wholesale perspective on the most relevant networking paradigms being debated in the context of next generation networks. The students shall get acquainted with several aspects of network architectures:*

- *Deepen the knowledge acquired in the first cycle, on networking architectures and protocols.*
- *Get acquainted with recent networking paradigms, from a theoretical and from a practical perspective.*
- *Understand network architecture limitations and alternatives that can assist in mitigation.*
- *Understanding, from an operational perspective, how new paradigms, such as SDN or Mobile Edge Computing work and mean.*
- *Understand how data science aspects are being applied into networking, to improve data transmission.*
- *Acquire knowledge about technology (e.g., SDN), protocols (e.g. 802.11p) and frameworks (e.g., fog computing) based on testbeds and/or simulators.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:*A UC foca-se em paradigmas avançados de rede. Apresenta os seguintes módulos:*

- 1- Novas Arquiteturas de rede (3 aulas): evolução da pilha protocolar TCP/IP no contexto de novos cenários de rede tais como: Internet das Coisas; veículos autónomos; Internet espacial e interplanetária; IPv6 e “information-centric networking”.*
- 2 – Novas Redes Celulares (3 aulas): de 2G a 5G “All-IP”; suporte a novos cenários como redes aéreas; impacto de aspectos de “cloud” tais como Edge e Fog computing.*
- 3 – Novas Estruturas de Controlo de Arquiteturas de Rede (3 aulas): abordagens a maior flexibilidade, tais como “Software Defined Networking (SDN)”; abordagens a maior adaptabilidade, derivadas de machine learning e data mining.*
- 4 – Projecto laboratorial (6 aulas). Projecto prático a desenvolver no contexto de investigação em “user-centric and cognitive networking”, bancadas de testes da unidade de I&D COPELABS.*

9.4.5. Syllabus:*The curricular unit presents novel networking architectures and paradigms related with challenges in the area of user-centric and cognitive networking. The curricular unit is split into the following modules:*

- 1- Emerging Network Architectures (3 classes): TCP/IP stack evolution in the context of novel scenarios, e.g., Internet of Things; autonomous vehicles; spatial and interplanetary Internet; Role of IPv6 and Information-Centric Networking (ICN).*

- 2 – *Emerging Cellular Networks (3 classes): from 2G to 5G All-IP networks, including support to new scenarios e.g., aerial networks; Role of network cloudification aspects such as edge and fog computing.*
- 3 – *Emerging Network control frameworks (3 classes): Approaches to increase network flexibility such as Software Defined Networking (SDN); Approaches to increase network adaptation based on the application of machine learning and data mining.*
- 4 – *Project (6 classes). Practical project developed in the context of the research unit COPELABS.*

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

O syllabus apresenta 3 módulos dedicados a conceitos avançados de redes de comunicação, e 1 módulo prático que permite aos alunos aplicar conceitos apreendidos, e ficar a conhecer nova tecnologia. O syllabus suporta a UC nos seguintes aspectos:

- *Fornecer uma nova perspectiva em arquiteturas de rede, focando-se em paradigmas avançados e nas razões para a existência destes paradigmas; soluções aplicadas em diferentes casos.*
- *Fornecer uma boa compreensão de tendências recentes, abordando cenários específicos de aplicação (e.g., IoT) a novas propostas tais como ICN, SDN, 5G, Edge Computing.*
- *Fornecer ferramentas para compreender e para contribuir activamente para o desenrolar de standardização e da operação de rede.*
- *Explicar soluções que fornecem melhor interoperabilidade de rede; melhor suporte à gestão de dados; articulação de aspectos de segurança em redes de nova geração.*

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

The syllabus is split across 3 modules dedicated to providing students with a deeper knowledge on the most recent topics of network architectures and protocols and 1 module allowing student to understand the operation of a specific set of technologies. The syllabus supports the curricular unit goals on the following aspects:

- *Provides a deeper and up-to-date look into network architectures and protocols evolution; reasons for the current status; solutions being applied in different environments.*
- *Provide students with a good understanding of the major technology trends related with networking architectures and protocols, from supporting emerging applicability scenarios (e.g. IoT), to novel proposals such as ICN, SDN, 5G, and Edge Computing.*
- *Gives students the tools to understand and to actively contribute to standardization and operational aspects.*
- *Explains aspects that can better support interoperability, data management, and security on next generation networks.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC integra aulas teóricas e práticas. Durante as aulas práticas os estudantes têm contacto com ferramentas relevantes de análise e de estruturação de arquiteturas e protocolos de rede. Os estudantes desenvolvem também um projecto individual no contexto dos laboratórios de redes da unidade de I&D COPELABS, e apresentarão os resultados desse projecto no final do semestre em aula aberta (seminário). Os estudantes desenvolverão ainda, associado a este projecto, um artigo científico em formato de "long abstract" (e.g. demonstração tecnológica) seguindo as regras e templates IEEE/ACM. Portanto, para além de competências técnicas os alunos desenvolverão competências de investigação.

A avaliação é contínua e também suportada através de mini-testes após cada módulo, bem como através de exame final escrito (60 minutos). A nota final apresenta os seguintes componentes:

- *10%: participação e interesse.*
- *10%: 3 mini-testes.*
- *30%: Trabalhos práticos.*
- *50%: Exame final.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit includes theoretical and practical classes, which cover the first 3 modules; a lab work is carried out on the fourth module. During practical classes students shall become acquainted with available tools relevant for the analysis of network architectures and protocols. Students shall develop an individual project based on the local networking lab (COPELABS research unit), which shall be presented in an open class by the end of the semester. Students shall also work on a paper in the form of a long abstract, following the template of IEEE/ACM. Therefore, in addition to technical skills, students shall gain know-how in core competences concerning research methodologies. Written evaluation is continuously performed via mini-tests, and via the final written exam (60 minutes). The final grade is divided as follows:

- *10%: student's participation and interest.*
- *10%: 3 mini-tests.*
- *30%: practical work.*
- *50%: final exam.*

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

A UC tem por intuito capacitar o conhecimento avançado em arquiteturas e protocolos de comunicação de modo progressivo.

A abordagem seguida nesta UC na sua metodologia de ensino reflecte a necessidade de integrar saber teórico com conhecimento operacional, derivado de ambientes reais existentes hoje em dia, bem como de ferramentas em desenvolvimento e análise em ambiente de investigação aplicada e avançada, na unidade de informática da ULHT - COPELABS.

A metodologia aplicada de ensino é motivada pela necessidade de fornecer uma experiência de aprendizagem

baseada em pensamento crítico e experimentação, para que os alunos interiorizem 2 aspectos base num contexto universitário: aprender através de experimentação; capacidades interdisciplinares.

Sendo um segundo ciclo, a metodologia aplicada, interactiva, desenvolve progressivamente a capacidade dos alunos para compreender aspectos operacionais mas também para adquirir saber diferenciador, derivado de uma melhor compreensão de paradigmas industriais (standardização) quer de uma melhor compreensão de limitações derivadas de aspectos tecnológicos. Contempla-se ainda, na avaliação a verificação e validação do conhecimento de forma contínua (mini-testes e trabalhos desenvolvidos em ambiente laboratorial).

Apoia-se a vertente laboratorial em ambiente de investigação integrado, em articulação com projectos de investigação e desenvolvimento em curso na unidade de I&D COPELABS, permitindo assim aos alunos não só compreender melhor paradigmas actuais, mas também interagir com alunos de 3º ciclo, bem como com parceiros industriais de relevo a desenvolver trabalho na área de redes de comunicação.

Apoia-se ainda a capacidade crítica e de análise através do desenvolvimento de artigos científicos e de participação/contribuições para entidades de standardização. Deste modo, o aluno adquire conhecimento teórico mas em paralelo vai compreender como o aplicar; como funcionam as diferentes soluções; limitações derivadas de ambientes reais. Tal metodologia interactiva permite apreender do melhor modo não só noções de IoT, mas também o porquê da existência de paradigmas mais recentes, como “Information-centric networking”, e o seu impacto em redes de nova geração.

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

The curricular unit intends to deepen the knowledge gained by students during first cycle courses related with network architectures and protocols, in a progressive way. The teaching methodology followed reflects the need to integrate theoretical concepts with operational know-how, in particular know-how derived from realistic environments of today, as well as know-how derived from existing tools, and derived from applied research being developed in the context of the research unit COPELABS.

The applied teaching methodology is driven by the need to provide a learning experience based on critical thinking and experimentation, allowing students to acquire two important skills from university courses: learning-by-doing and inter-disciplinary skills.

Following this teaching methodology, this curricular unit is organized around three strategic principles: i) motivate students towards the fundamental concepts encompassed in the course; ii) assist students in creating a critical thinking, allowing them to understand concepts that seem complex at a first glimpse; iii) help students to design successful experimentation methodology.

Being a course from the 2nd cycle, the proposed methodology, of an interactive nature, progressively develops the students' capability to handle operational aspects while at the same time gaining differentiating skills, derived from a better understanding concerning industry (standardization requirements) and from a better understanding of limitations due to technological constraints. The methodology integrates as well an evaluation and knowledge validation in a continuous way, based on laboratorial projects, mini-tests, and scientific paper development.

The laboratorial component is supported in an integrated research environment in articulation with ongoing research and development projects, in the research unit COPELABS, area of user-centric and cognitive networking. Therefore, students shall interact with 3rd cycle students, as well as with relevant industrial partners in the context of networking architectures and protocols.

The methodology matures the critical analysis capability of students via the pursuit of contributions in the form of scientific papers or standardization reports. Therefore, the student acquires theoretical knowledge while understanding how to apply such knowledge; how the available tools work; limitations derived from realistic and operational environments.

This interactive methodology is the basis for the students to gain differentiating know-how in the field of networking architectures and their impact in the context of the design of new generation networks.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Zaigham Mahmood (Ed.). *Fog Computing: Concepts, Frameworks and Technologies*. Springer (2018).
- Cao, Jie, Zhang, Quan, Shi, Weisong. *Edge Computing: A Primer* (2018). ISBN 978-3-030-02083-5. Springer.
- William Stallings, *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*. Addison-Wesley Professional (2015).
- Jonathan Rodriguez. *Fundamentals of 5G Mobile Networks* (2015). ISBN: 978-1-118-86752-5.
- Tommas D. Nadeau, Ken Gray. *SDN: Software Defined Networks, an Authoritative Review of Programmability Networks*. O'Reilly (2013)
- Aldini, A., & Bogliolo, A. (Eds.). (2014). *User-Centric Networking: Future Perspectives*. Springer.

Anexo II - Fundamentos de Data Science

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Data Science

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Science Foundations

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

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):

Manuel Arturo Marques Pita

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

-

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

Esta cadeira tem como objetivo central apoiar os estudantes na construção de um repertório de conhecimentos teóricos e práticos na ciência dos dados. Estes conhecimentos permitem desenhar soluções para análise de dados complexos. O foco específico está na transformação de dados, e extração de características informativas:

- 1. Compreensão da diversidade de formatos nativos em media: texto, imagens, som, bio-sinais, sensores etc.*
- 2. Adquirir capacidades para transformar dados em formato nativo em outros tipos que permitam por exemplo o seu pre-processamento, limpeza, e caracterização.*
- 3. Adquirir capacidades para extrair características informativas a partir de dados pre-processados. Para este objetivo o foco central será a fatorização de matrizes.*
- 4. Adquirir capacidades para a interpretação, e representação de características informativas extraídas dos dados, e ligação com sistemas de aprendizagem automática que beneficiam das mesmas.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Data Science is an exciting new area of practical knowledge that integrates theory and skills from a number of different fields. This module's key objective is to support students in building a repertoire of theoretical knowledge and practical skills that allows them to think about data science problems in general, as well as dealing with raw data and extracting informative features. Specific learning outcomes:

- 1. Learning about the diversity of raw data formats for e.g. text, images, bio-signals and so on.*
- 2. Acquiring the skills to pre-process, clean up and transform raw data and cast them into specific representations e.g. matrices.*
- 3. Acquiring the skills to perform feature extraction from pre-processed raw data, particularly in matrix representations via factorisation methods such as Principal Component Analysis.*
- 4. Acquiring the skills to interpret features extracted from data, as well as basic knowledge to link features to Machine Learning algorithms that benefit from them.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à natureza interdisciplinar da Ciência dos Dados.*
- 2. Ferramentas teóricas e práticas de um Cientista de Dados.*
- 3. Formatos nativos de dados, métodos de transformação (foco em texto, imagem, medições de variáveis e som).*
- 4. Abordagens para analisar texto.*
- 5. 'Bag of Words': corpus e pre-processamento de texto.*
- 6. Representação de textos via matriz TF-IDF.*
- 7. Técnicas de factorização matricial e redução de dimensionalidade para extração de características a partir de matrizes.*
- 8. Extração, interpretação e validação de tópicos a partir de matrizes TF-IDF.*
- 9. Extração de características em imagens.*
- 10. Introdução à utilização de características no contexto de aprendizagem automática.*
- 11. Discussão do estado da arte.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Data Science's interdisciplinary nature.*
2. *The Data Scientist's Toolbox*
3. *Raw data, and data transformation methods (focus on text, image, sound, and tables of measurements).*
4. *The different approaches to the analysis of text.*
5. *Text preprocessing in the 'Bag of Words' approach.*
6. *Text representation as TF-IDF matrices.*
7. *Matrix factorisation techniques for dimensionality reduction and feature extraction.*
8. *Topic extraction, interpretation and validation from TF-IDF matrices.*
9. *Feature extraction from images.*
10. *Introduction to the use of features in Machine Learning*
11. *State of the art discussion.*

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

Os primeiros três temas no conteúdo da cadeira preparam os estudantes para abordar problemas clássicos na Ciência dos Dados de forma geral. Estes temas são a base necessária para cumprir o objetivo central da cadeira. O tema (3) fornece conhecimentos e técnicas para lidar com dados de natureza heterogénea, o seu pre-processamento e limpeza (objectivos 1-2). A partir do tema (4) a cadeira foca-se na análise profunda de texto e imagens, contribuindo para os objetivos específicos (2-3). Exemplos paradigmáticos deste processo são usados nos temas 4-9. Nomeadamente, a extração de tópicos em grandes volumes de texto, ou a extração de características em imagens que permita a sua classificação dentro de um conjunto de categorias. Finalmente, os temas (7,10,11) contribuem directamente para o objetivo específico (4), onde a intuição é saber interpretar características retiradas dos dados.

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

The first three topics in the syllabus prepare students to deal with the general problems of dealing with data. They provide the foundation to accomplish the key goal of this module. topic (3) deals with the problem of heterogeneous data, and data that is not informative in its raw format. Furthermore, it deals with data cleaning and pre processing -- typically the first step to perform feature extraction. This is linked specific learning outcomes (1-2). From topic (4) onwards the module becomes more specific in the analysis of text and images (supporting learning outcomes 2-3). These paradigmatic examples are the subject of topics (4-9), where students learn how to extract topics from text, and represent features in images that allow e.g. their classification contributing to the central goal and learning outcomes 2-3. Finally topics (7-10-11) directly support specific learning outcome 4, where the key idea is to learn how to interpret features.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira consiste em aulas presenciais de natureza teórico-prática nas quais existe um problema claramente definido para resolver. Isto permite a definição de sub-objetivos que levem à resolução completa do problema. Cada sub-objetivo corresponde a um dos temas da cadeira. Esta metodologia evita aulas de natureza unidirecional e favorece a co-construção do conhecimento nos estudantes facilitada pelo professor.

A avaliação consiste em dois testes e dois projetos. Os testes avaliam a capacidade dos estudantes para relacionar conhecimentos básicos na criação de soluções complexas, assim como a escolha de técnicas e processos específicos mais apropriados para resolver diferentes tipos de problema. Os projetos estão desenhados para que os estudantes possam usar os conhecimentos adquiridos na construção de soluções para problemas complexos, apoiando assim a assimilação tanto dos aspetos teóricos como dos práticos que possam ser usados pelos estudantes no mercado de trabalho.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This module consists of lectures aiming at putting knowledge into practice. Lectures revolve around real-world problems that are clearly defined. This supports students in finding sub-goals leading to a solution. Each of these sub-goals has correspondence with the different topics covered in the course. This correspondence typically has a theoretical and practical component. This methodology avoids unidirectional lectures, and favours the co-construction of knowledge by students facilitated by the lecturer.

Evaluation is done via two tests and two practical projects. Tests measure students' skill in integrating pieces of theory and practice to solve complex problems, as well as the choice of techniques and processes that are appropriate to different kinds of problem. The projects are designed so that the students can use the acquired knowledge in the construction of a solution to a real problem, supporting the assimilation of skills that can be used outside in real-world problems.

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

A natureza teórico-prática das aulas procura simular o ambiente de trabalho de um cientista de dados. Durante as aulas os estudantes tem acesso directo a referências teóricas, e documentação de pacotes para programar, etc. Um dos aspetos mais importantes que depende da metodologia de ensino consiste em evitar que os estudantes apliquem técnicas e algoritmos a um conjunto de dados sem terem previamente pensado na natureza desses dados (objetivo específico 1), assim como as técnicas que devem ser usadas para preparar os dados de forma que possam ser posteriormente processados (objetivo específico 2). Os testes tem a função de solidificar este processo de assimilação de novos conhecimentos e técnicas. Os projetos práticos são desenvolvidos quase na sua totalidade nas próprias aulas o que permite aos estudantes ganhar experiência mais aprofundada na resolução de problemas

centrais na ciência dos dados, nomeadamente os relacionados a processamento de texto e imagens que são tão abundantes por exemplo na Web (objetivos específicos 3-4).

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

The theoretical and practical focus of this module seeks to simulate the environment in which data scientists work in the real world. Students have access to all types of resource during the lectures, including bibliographical references, software packages and their documentation, etc. One of the most important aspects associated with the chosen teaching methodology is to avoid that students apply different techniques to their problems blindly. Instead, the methodology encourages thinking about the data before doing anything with it, and devising a justified plan of action (specific learning outcome 1). This is followed by the directed and specific pre-processing and cleaning of the available data (specific learning outcome 2). The tests have the goal of solidifying the assimilation process of new concepts and techniques. The practical projects are developed in the classroom for the most part, which allows students to gain a more in-depth experience in the resolution of problems that are central to data science, namely dealing with images and text that are e.g. so pervasive in the web (specific learning outcomes 3-4)

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Zheng, A., & Casari, A. (2018). Feature Engineering for Machine Learning: Principles and Techniques for Data Scientists. " O'Reilly Media, Inc."

Grus, J. (2015). Data science from scratch: first principles with python. " O'Reilly Media, Inc."

Foreman, J. W., Jennings, G., & Miller, E. (2014). Data smart: Using data science to transform information into insight. Wiley.

In addition a number of curated recent scientific articles covering course topics will be added throughout the fifteen weeks of lectures.

Anexo II - Fundamentos de Estatística para Data Science

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Estatística para Data Science

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Statistics for Data Science

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

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):

Francesco Costigliola

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

-

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

A disciplina tem por objetivos estimular no aluno:

- A capacidade de análise e síntese;
- A capacidade de organização e planeamento;
- A capacidade para resolver problemas e tomar decisões;
- A capacidade de trabalhar em equipa;
- A capacidade para aplicar na prática o conhecimento adquirido;
- A capacidade para gerar novas ideias.

Relativamente à componente técnica, na conclusão do curso, o aluno deverá ser capaz de discutir as principais noções e conceitos estatísticos, tais como:

- Entender os fundamentos da estatística;
- Aprender a tratar e visualizar diversos tipos de dados;
- Calcular as medidas de tendência central, assimetria e variabilidade;
- Calcular correlação e covariância;
- Distinguir e trabalhar com diversos tipos de distribuições;
- Estimar intervalos de confiança e realizar testes de hipóteses;
- Tomar decisões baseadas em dados
- Entender o funcionamento da análise de regressão;
- Usar e compreender as variáveis dummy.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course aims to stimulate the student:

- The ability of analysis and synthesis;
- The ability of organization and planning;
- The ability to solve problems and make decisions;
- The ability to work in a team;
- The ability to put in practice the theoretical knowledge acquired;
- The ability to develop new ideas.

Regarding the technical component, at the end of the course, the student should be able to discuss the main topics and concepts associated with statistics, such as:

- Understand the fundamentals of statistics;
- Learn how to work and visualize different types of data;
- Calculate measures of central tendency, asymmetry, and variability;
- Calculate correlation and covariance;
- Distinguish and work with different types of distributions;
- Estimate confidence intervals and perform hypothesis testing;
- Make data driven decisions;
- Understand the mechanics of regression analysis;
- Use and understand dummy variables.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina é:

1. Introdução à Estatística
2. População vs. Amostra
3. Fundamentos de Estatística Descritiva
4. Medidas de Tendência central, assimetria e variabilidade
5. Distribuições Estatísticas
6. Estimadores e Estimais
7. Intervalos de Confiança
8. Testes de Hipóteses
9. Análise de Regressão

9.4.5. Syllabus:

The Syllabus is:

1. Introduction to Statistics
2. Population vs. Sample
3. Basics of Descriptive Statistics
4. Measures of Central tendency, asymmetry and variability
5. Statistical Distributions
6. Estimators and Estimates
7. Confidence Intervals
8. Hypothesis Testing
9. Regression Analysis

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

A disciplina de Fundamentos de Estatística para Data Science tem como objetivo fundamental dar ao estudante competências estatísticas fundamentais para, numa fase seguinte, abordar unidades curriculares técnicas mais avançadas pertencentes à área de Data Science e Machine Learning.

As bases estatísticas permitem entender conceitos como medidas de tendência central, assimetria e variabilidade e associá-los às distribuições estatísticas. Estas bases possibilitam a introdução do conceito de estima, de estimadores, intervalos de confiança e testes de hipótese.

A unidade curricular termina com a análise de regressão onde são abordados todos os conceitos de base e a utilização de variáveis categóricas.

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

The discipline Fundamentals of Statistics for Data Science gives the student fundamental statistical skills to approach more advanced technical disciplines belonging to the area of Data Science and Machine Learning.

The statistical bases allow students to understand concepts such as measures of central tendency, asymmetry and variability and to associate them with statistical distributions. These bases allow the introduction of the concepts like estimation, estimators, confidence intervals and hypothesis tests.

The curricular unit ends with the regression analysis where all basic concepts and the use of categorical variables are addressed.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é constituída por:

- 1) 50% da Classificação Final: Projeto Prático;*
- 2) 50% da Classificação Final: Exame Teórico.*

Notas importantes da avaliação:

- Classificação mínima obrigatória de 8 em cada componente.*
- As componentes de avaliação são obrigatórias, independentemente da época em que se realiza o exame.*
- Os grupos do projeto podem ser entre 2 a 3 elementos.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The final evaluation is composed by:

- 1) 50% of final grade: Lab Project;*
- 2) 50% of final grade: Theoretical Examination.*

Important Notes:

- Mandatory Minimum score of 8 in each component.*
- The components of evaluation are mandatory, regardless of the period when the examination is made.*
- The Lab Project groups can be from 2 to 3 members.*

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

Neste curso, serão apresentados os principais aspetos metodológicos da estatística bem como os mais importantes tópicos e técnicas utilizadas.

Pretende-se, também, proporcionar aos alunos a possibilidade de desenvolver competências na utilização do software R.

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

In this course, the main methodological aspects of Statistics and the most important tools used will be presented.

The aim is also to provide students the opportunity to develop skills in the use of R.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Crawley, M. J. (2012). The R book. John Wiley & Sons. Chicago

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2002). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Biometrics.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning (Vol. 112). New York: springer.

Knafllic, C. N. (2015). Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals. John Wiley & Sons.

Provost, F., Fawcett T. (2013) Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking, O'Reilly Media Inc., 2013.

Anexo II - Computação Ubíqua

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Computação Ubíqua***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Ubiquitous Computing***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EI / CS***9.4.1.3. Duração:***semestral / semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***196***9.4.1.5. Horas de contacto:***30***9.4.1.6. ECTS:***7***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Pedro Hugo Queirós Alves***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***-***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo desta unidade curricular é o de apresentar os princípios fundamentais da Computação Ubíqua, quer do ponto de vista teórico quer do ponto de vista prático. A partir dos fundamentos da Computação Móvel e da Interação Homem-Máquina, são discutidos os avanços recentes na tecnologia e desenho de modelos de computação embutidos no ambiente que nos rodeia.

No final da disciplina, os alunos deverão:

- Conhecer a história da Computação Ubíqua e os fenómenos tecnológicos e sociais que contribuíram para a sua evolução*
- Compreender os conceitos de interação natural, computação invisível, mobilidade, computação orientada ao contexto e privacidade*
- Ser capazes de desenvolver e avaliar protótipos aplicativos que interajam com interfaces ubíquas (wearables, superfícies tácteis, interfaces naturais/invisíveis)*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to present the fundamental principles of Ubiquitous Computing, both from a theoretical and practical perspective. Building upon the principles of Mobile Computing and Human-Computer Interaction, recent advances in the technology and design of computing models to be embedded in the surrounding environment are discussed.

At the end of the course, students should:

- Understand the history of Ubiquitous Computing and the technological and social changes that have driven its evolution.*
- Understand the concepts of natural interaction, invisible computing, mobility, context-aware computing and privacy*
- Be able to develop and evaluate applicational prototypes that interact with ubiquitous interfaces (wearables, tactile surfaces, natural/invisible interfaces)*

9.4.5. Conteúdos programáticos:*1. Introdução**1.1. História da Computação Ubíqua**1.2. Limitações: autonomia, mobilidade, interação**1.3. Tendências actuais e futuras*

2. Integração com o ambiente**2.1. Sensores****2.2. Atuadores****2.3. Miniaturização****3. Interação com sistemas ubíquos****3.1. Wearables****3.2. Superfícies tácteis****3.3. Interfaces naturais/invisíveis****4. O papel da localização e do contexto****4.1. Sistemas geo-localizados****4.2. Sistemas sensíveis ao contexto****5. Ética e privacidade****6. Desenho de sistemas ubíquos****6.1. Análise, implementação e avaliação de protótipos****6.2. Perspectiva tecnológica, social e comercial****9.4.5. Syllabus:****1. Introduction****1.1. History of Ubiquitous Computing****1.2. Limitations: autonomy, mobility, interaction****1.3. Current and future trends****2. Integration within the environment****2.1. Sensors****2.2. Actuators****2.3. Miniaturization****3. Interaction with ubiquitous systems****3.1. Wearables****3.2. Tactile surfaces****3.3. Natural/invisible interfaces****4. The role of location and context****4.1. Location-aware systems****4.2. Context-aware systems****5. Ethics and privacy****6. Design of ubiquitous systems****6.1. Analysis, implementation and evaluation of prototypes****6.2. Technological, social and commercial perspectives****9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os conteúdos programáticos desta UC visam dotar os estudantes de um conjunto alargado de conhecimentos sobre computação ubíqua, uma área que tem suscitado grande interesse quer académico quer comercial.

É expectável que o aluno seja capaz de analisar e conceber soluções tecnológicas que tirem partido das características únicas deste modelo de computação e ultrapassem de forma elegante os respectivos constrangimentos.

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

The programmatic contents of this curricular unit enable students to acquire detailed knowledge of ubiquitous computing.

It is expectable that the student is able to analyze and design technological solutions that leverage the unique advantages of this computing model while, at the same time, gracefully overcome its constraints.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é teórico-prática, havendo uma alternância entre a componente expositiva e participativa, com um grande enfoque na auto-aprendizagem. As aulas introduzem os conceitos base que os alunos devem depois aprofundar individualmente e em grupo através de investigação e experimentação. No início são apresentados diversos temas para o projecto de grupo, que consistem na implementação de um protótipo funcional que tangibilize alguns dos conceitos abordados na vertente teórica. Cada grupo escolherá um tema exclusivo, que deverá ir explorando ao longo do semestre.

A avaliação é constituída por uma apresentação individual (40%) e um projecto de grupo de no máximo 2 alunos (60%). Cada uma das componentes tem uma nota mínima de 9,5 valores para ter aprovação na disciplina.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is both theoretical and practical, switching between exposition and participation, with a strong focus on self-learning. Students are introduced to theoretical concepts and encouraged to deepen their knowledge through research and experimentation, both individually and in group. At the beginning, several topics for projects are presented, with each one being chosen by a different group. The projects imply the implementation of functional prototype that consolidates some concepts overviewed in the classes, to be developed along the semester. The assessment consists of an individual presentation (40%) and a project group of 2 students max. (60%). To be approved, the student must achieve a minimum score of 9,5 on each component.

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

A componente expositiva fornece aos alunos a motivação e competências necessárias para que a auto-aprendizagem através da investigação e experimentação individual e/ou em grupo tenha sucesso. Os alunos vão partilhar com os professores e com os colegas os resultados das suas experiências, garantindo que colectivamente os alunos terminam com um conjunto alargado de conhecimentos em áreas diversas da computação ubíqua.

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

The expository component provides students with the motivation and skills necessary for self-learning, increasing the probability of success in their individual/group research and experimentation. Students are encouraged to share their results with the teacher and colleagues, thus guaranteeing that the whole class becomes knowledgeable in a wide range of ubiquitous computing topics.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Krumm, J. (2010). Ubiquitous computing fundamentals. Chapman and Hall/CRC.
Poslad, S. (2011). Ubiquitous computing: smart devices, environments and interactions. John Wiley & Sons.
Consolvo, S., Bentley, F. R., Hekler, E. B., & Phatak, S. S. (2017). Mobile user research: A practical guide. Synthesis Lectures on Mobile and Pervasive Computing, 9(1), i-195.*

Anexo II - Controlo de Sistemas Dinâmicos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo de Sistemas Dinâmicos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamic Systems Control

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

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

Pedro Arroz Correia Bonifácio Serra

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

-

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

Introduzir os conceitos fundamentais da teoria de controlo e metodologias para análise e síntese de controladores lineares. Introduzir também técnicas de modelação de sistemas e linearização bem como conceito de estabilidade. Projectar controladores simples para sistemas reais com base no root-locus e diagramas de Bode.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduce the fundamental concepts of control theory and methodologies for analysis and synthesis of linear controllers. Also introducing techniques of system modeling and linearization as well as stability concept. Design simple controllers for real systems based on root-locus and Bode diagrams.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Motivação;*
2. *Modelação e Linearização;*
3. *Resposta no tempo;*
4. *Estabilidade;*
5. *Controlo por Realimentação;*
6. *Root Locus;*
7. *Diagrama de Bode;*
8. *Controlador PID;*

9.4.5. Syllabus:

1. *Motivation;*
2. *Modelling and linearization;*
3. *Time response;*
4. *Stability;*
5. *Feedback control;*
6. *Root Locus;*
7. *Bode Diagram;*
8. *PID controller;*

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

Com o principal objectivo de capacitar o aluno para o desenho de controladores por realimentação para sistemas físicos reais, é necessário começar por rever e introduzir conceitos de modelação de sistemas. O aluno deverá ser capaz de formular matematicamente as equações que regem o movimento de um sistema dinâmico e saber classificar o sistema em termos de estabilidade. Com estes conhecimentos sedimentados, é possível introduzir os conceitos de controlo por realimentação como forma de estabilização de sistemas. A introdução de ferramentas de desenho e análise como o root-locus e o diagrama de Bode são fundamentais para a análise dos sistemas.

A escolha dos pontos essenciais do programa baseia-se em referências bibliográficas relevantes utilizadas internacionalmente nesta área da engenharia.

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

With the main objective of enabling the student to design feedback controllers for real physical systems, it is necessary to start by reviewing and introducing systems modeling concepts. The student should be able to formulate mathematically the equations that govern the motion of a dynamic system and how to classify the system in terms of stability. With this settled knowledge, it is possible to introduce the concepts of feedback control as a way of stabilizing systems. The introduction of design and analysis tools such as the root-locus and the Bode diagram are fundamental for the stability analysis.

The choice of the essential points of the program is based on relevant bibliographical references used internationally in this area of engineering.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia utilizada deverá basear-se em dois aspetos fundamentais:

(1) Abordagem expositiva dos principais temas do programa, levando o aluno a entender os fundamentos do controlo de sistemas. O aluno é encorajado a realizar o seu percurso formativo de forma autónoma, baseando-se nos conhecimentos já adquiridos, e completando-os com novos elementos.

(2) Orientação para uma aprendizagem aberta, baseada no fazer e na pesquisa, através de aplicação dos conhecimentos a sistemas reais.

A avaliação é baseada em testes teóricos (50%) e em trabalhos de laboratório realizados ao longo do semestre (50%); cada componente está sujeita a uma nota mínima de 8 valores em 20. A componente prática está dividida em duas componentes:

60% - Séries de problemas resolvidos ao longo do semestre

40% - Projecto de um controlador para um sistema real partindo da modelação e análise até ao desenho do controlador. Verificação e validação do sistema através de um setup experimental com hardware in loop.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The methodology is based on two fundamental aspects:

(1) An expository approach to the main themes of the program, leading the student to understand the fundamentals of systems control. The student is encouraged to carry out his / her training independently, based on the knowledge already acquired, and completing them with new elements.

(2) Guidance for open learning, based on doing and research, applying knowledge to real systems.

The evaluation is based on theoretical assessment (50%) and on laboratory work carried out during the semester (50%), each component is subject to a minimum grade of 8 values out of 20.

The practical component is subdivided into two components:

60% - Series of problems solved during the semester

40% - Design of a controller for a real system from modeling and analysis to controller design. Verification and validation of the system through an experimental setup with hardware in loop.

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

Para alcançar os objetivos desta UC com sucesso, é essencial que o aluno ganhe consciência do que é um sistema dinâmico e da necessidade do desenho de sistemas de controlo. Esta consciencialização só é possível através da introdução de exemplos reais e da experimentação em sistemas físicos. O contacto com o um sistema físico (real) instável e a consequente estabilização do mesmo através do desenho de um controlador é a melhor forma de consolidar os conhecimentos e conceitos transmitidos ao longo do semestre.

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

To successfully achieve the objectives of this unit, it is essential that the student becomes aware of what a dynamic system is and of the need to design control systems. This awareness is only possible through the introduction of real examples and experimentation in physical systems. Contact with an unstable (real) physical system and consequent stabilization of the same through the design of a controller is the best way to consolidate the knowledge and concepts transmitted throughout the semester.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. Franklin, J. Powell, and A. Naeini. (2002). Feedback Control of Dynamic Systems, Prentice-Hall

Anexo II - Mobilidade em Redes Heterogéneas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mobilidade em Redes Heterogéneas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Mobility for Next Generation Networks

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI / CE

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Opcion

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Helena Rute Esteves Carvalho Sofia***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

-

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*O principal objectivo da UC tem por enfoque uma nova perspectiva na mais recente evolução de abordagens de gestão de mobilidade:*

- *conhecer novos princípios, tecnologias existentes, e ambientes em que se utilizam e as razões que levaram ao desenho e aplicação das diferentes abordagens;*
- *compreender a funcionalidade lógica que integra gestão de mobilidade indo para além das abordagens tradicionais;*
- *conhecer soluções actuais e seus cenários de aplicação.*
- *apreender mecanismos de antecipação e sua integração em gestão de mobilidade*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*The UC main purpose is to provide a fresh look onto the most recent evolution of mobility management paradigms for next generation networks:*

- *understand basic principles, underlying technologies and environments, and the reasons for specific architectural design choices.*
- *get acquainted with new principles, existing technologies, and different mobility management application environments;*
- *get acquainted with the logical functionality of mobility management, beyond a traditional approach.*
- *aprehend how mobility anticipation can improve mobility management.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - *Noções e Princípios de Gestão de Mobilidade, incluindo princípios; standardização, use-cases.*
- 2 – *Gestão Centralizada de Mobilidade. Abordagens TCP/IP tais como MIPv4/MIPv6; M-SCTP; SIP; HIP.*
- 3 – *Gestão Descentralizada de Mobilidade. Evolução de arquiteturas e protocolos de mobilidade, tendo em vista uma melhor distribuição da funcionalidade de apoio a gestão de mobilidade nas diferentes áreas de uma arquitetura de rede extremo-a-extremo.*
- 4 - *Modelação e antecipação de mobilidade, é dedicado à nova vertente de modelação e antecipação de aspectos de mobilidade, tais como antecipação de handovers.*
- 5 - *Gestão de mobilidade em Arquiteturas Centradas em Informação, é dedicado à análise de suporte de mobilidade em arquiteturas de rede focadas na informação.*
- 6 – *Trabalho laboratorial. Análise de desempenho e de articulação de gestão de mobilidade em redes sem fios e celulares.*

9.4.5. Syllabus:

- 1 – *Notions and Principles of Mobility Management. Notions and principles such as micro and macro mobility; main tasks and methods; functional blocks; standardization aspects.*
- 2 – *Centralized Mobility Management, where current solutions for the TCP/IP stack are debated (e.g., MIPv4/MIPv6, SIP, HIP, M-SCTP).*
- 3 – *Distributed Mobility Management, where the evolution towards a better distribution of function from an end-to-end perspective is introduced.*
- 4 – *Mobility modeling and estimation, dedicated to a new look into mobility functionality, such as handover anticipation.*
- 5 – *Content-centric mobility management, dedicated to the analysis of mobility support in information-centric architectures.*
- 6 – *Lab work. Implementation project based on the topics being taught on mobility management for wireless and cellular networks.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*O syllabus integra 6 módulos que exploram soluções actuais; novas abordagens de descentralização de gestão de mobilidade; direcções e desafios, tendo ainda em conta a evolução para redes centradas em informação. O syllabus apoia os objectivos propostos nos seguintes aspectos:*

- *auxilia a compreender a evolução e articulação em diferentes ambientes de soluções de gestão de mobilidade, as razões para o seu desenho e arquiteturas a desenvolver.*
- *fornece conhecimento referente a funcionalidade lógica de gestão de mobilidade; como assistir uma melhor evolução; implicações de uma perspectiva operacional.*
- *suporta a introdução de paradigmas recentes tais como modelação e antecipação de aspectos de gestão de mobilidade, explicando como diferentes técnicas podem auxiliar em diferentes ambientes (redes celulares e sem fios)*
- *explica técnicas que podem auxiliar a melhor distribuir gestão de mobilidade na rede, apresentando aspectos tais como virtualização para suportar uma melhor distribuição.*

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

The syllabus contains five modules that explore existing solutions; new ways to look into mobility management; directions and challenges to the future, having in mind the evolution of next generation networks towards content-centric infrastructures. The syllabus supports the unit in the following aspects:

- *Assists the learning of the evolution of mobility management approaches, the reasons for their architectural design, and challenges to overcome.*
- *Provides knowledge concerning functional aspects of mobility management; how to assist further a better evolution; implications that arise from an operational perspective.*
- *Brings in recent paradigms, such as mobility modeling and estimation, explaining how such techniques can assist mobility management for different environments, e.g., cellular, wireless environments.*
- *Explains techniques to better distribute mobility management on the network, addressing aspects such as virtualization of mobility management.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC integra um semestre, portanto considera-se 15 aulas de duas horas cada. Os 5 módulos propostos integram em média 1-2 aulas teóricas, seguidas de 2-1 aulas práticas. A UC apresenta bibliografia própria, incluindo um livro focado em gestão de mobilidade em redes de nova geração especificamente desenvolvido para apoiar este tema (livro em submissão).

Após cada módulo, é fornecido mini-teste sobre módulo anterior, com o intuito de assegurar compreensão contínua do conhecimento transmitido. No final da UC será fornecido exame escrito com duração de 60 minutos, com secção de escolha e secção de pergunta/resposta. Este exame será global.

O processo de avaliação é contínuo, e a nota final apresenta as seguintes componentes:

- *10%: participação, assiduidade e interesse.*
- *10%: Mini-testes.*
- *30%: Trabalhos práticos.*
- *50%: Exame final.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit comprises one semester, thus having 15 classes (2 hours each). A total of 6 theoretical classes and 9 practical classes are envisioned, to be provided in a intertwined way. The curricular unit is supported by specific literature, including a book on mobility management developed to support the course (currently under submission).

After each module, students will have a mini-test about the topics discussed in the prior module. The goal is to ensure the desirable level of continuous understanding. At the end, a final written exam lasting sixty minutes and integrating a multiple-choice questionnaire, as well as a question/answer section, is to be given in order to realize a final evaluate of students' performance in the curricular unit. The evaluation process is continuous, being the final grade provided divided as follows:

- *10%: student participation and interest.*
- *10%: mini-tests.*
- *30%: practical work.*
- *50%: final exam.*

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

A UC tem por intuito capacitar o conhecimento avançado em gestão de mobilidade, um aspecto que hoje é fundamental quer em articulação de redes celulares, quer em articulação de redes sem fios.

A abordagem seguida nesta UC na sua metodologia de ensino reflecte a necessidade de integrar saber teórico com conhecimento operacional, derivado de ambientes reais existentes hoje em dia, bem como de ferramentas em desenvolvimento e análise em ambiente de investigação aplicada e avançada, na unidade de informática da ULHT - COPELABS.

A metodologia aplicada de ensino é motivada pela necessidade de fornecer uma experiência de aprendizagem baseada em pensamento crítico e experimentação, para que os alunos interiorizem 2 aspectos base num contexto universitário: aprender através de experimentação; capacidades interdisciplinares.

Sendo um segundo ciclo, a metodologia aplicada, interactiva, desenvolve progressivamente a capacidade dos alunos para compreender aspectos operacionais mas também para adquirir saber diferenciador, derivado de uma melhor compreensão de paradigmas industriais (standardização) quer de uma melhor compreensão de limitações derivadas de aspectos tecnológicos. Contempla-se ainda, na avaliação a verificação e validação do conhecimento de forma contínua (mini-testes e trabalhos desenvolvidos em ambiente laboratorial).

Apoia-se a vertente laboratorial em ambiente de investigação integrado, em articulação com projectos de investigação e desenvolvimento em curso na unidade de I&D COPELABS, permitindo assim aos alunos não só compreender melhor paradigmas actuais, mas também interagir com alunos de 3º ciclo, bem como com parceiros industriais de relevo a desenvolver trabalho na área de redes de comunicação.

Apoia-se ainda a capacidade crítica e de análise através do desenvolvimento de artigos científicos e de participação/contribuições para entidades de standardização. Deste modo, o aluno adquire conhecimento teórico referente ao porquê e como de gestão de mobilidade, enquanto apreende como funcionam as diferentes soluções; limitações derivadas de ambientes reais.

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

The curricular unit intends to provide differentiation in regards to mobility management, a topic which today is crucial in any environment concerning the Internet, be it based on cellular or on wireless technologies. The UC is optional, and provides a fresh look into mobility management, starting with basic topics and then going into the most recent

evolution, including standardization aspects.

The UC knowledge is supported by concepts under development and experimentation in ULHT for the last 7 years, in particular know-how derived from realistic environments of today, as well as know-how derived from existing tools, and derived from applied research being developed in the context of the research unit COPELABS.

Following this teaching methodology, this curricular unit is organized around three strategic principles: i) motivate students towards the fundamental concepts encompassed in the course; ii) assist students in creating a critical thinking, allowing them to understand concepts that seem complex at a first glimpse; iii) help students to design successful experimentation methodology.

Being a course from the 2nd cycle, the proposed methodology, of an interactive nature, progressively develops the students' capability to handle operational aspects while at the same time gaining differentiating skills, derived from a better understanding concerning industry (standardization requirements) and from a better understanding of limitations due to technological constraints. The methodology integrates as well an evaluation and knowledge validation in a continuous way, based on laboratorial projects, mini-tests, and scientific paper development.

The laboratorial component is supported in an integrated research environment in articulation with ongoing research and development projects, in the research unit COPELABS, area of user-centric and cognitive networking. Therefore, students shall interact with 3rd cycle students, as well as with relevant industrial partners in the context of networking architectures and protocols.

The methodology matures the critical analysis capability of students via the pursuit of contributions in the form of scientific papers or standardization reports. Therefore, the student acquires theoretical knowledge while understanding how to apply such knowledge; how the available tools work; limitations derived from realistic and operational environments.

This interactive methodology is the basis for the students to gain differentiating know-how in the field of networking architectures and their impact in the context of the design of new generation networks.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Chen, S., Shi, Y., Hu, B., Ai, M. *Mobility Management, Principle, Technology, Applications*. Springer, 2016. ISBN-10: 3662527243.
- Barcelo-Arroyo, F., Gorawski, M., Grochla, K., Martín-Escalona, I., Połys, K., Sofia, Rute, Ribeiro, A. G. *New Trends in Mobility Modelling and Handover Prediction*. In *Wireless Networking for Moving Objects* (pp. 88-114). Springer, 2014. ISBN 978-3-319-10834-6.
- A. Aldini and A. Bogliolo, eds., *User-Centric Networking: Future Perspectives*. Lecture Notes in Social Networks, Cham: Springer, 2014. ISBN-10: 3319052179.
- F. Giust, L. Cominardi, and C. Bernardos, "Distributed Mobility Management for Future 5G Networks: overview and Analysis of Existing Approaches," *IEEE Communications Magazine*, vol. 53, pp. 142–149, jan 2015. DOI: 10.1109/MCOM.2015.7010527.

Anexo II - Algoritmos para Big Data

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos para Big Data

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms for Big Data

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Marko Beko (15h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Slavisa Tomic (15h)***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O objectivo geral desta unidade curricular é dar formação nas técnicas e algoritmos que permitem extrair modelos e informação a partir de grandes quantidades de informação. Conhecimentos básicos de probabilidades e estatística, álgebra linear e programação, embora os conceitos necessários para a unidade curricular sejam revistos na sua primeira utilização.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The main goal of this course is to provide training on algorithms and techniques for extracting models and information from large datasets. Basic knowledge of probabilities and statistics, linear algebra and programming, although the concepts needed for the course will be reviewed when the subject is tough for the first time.***9.4.5. Conteúdos programáticos:**

CP1: Programação para larga escala
- Sistema de ficheiros distribuídos
- O modelo de programação MapReduce
CP2: Locality-sensitive hashing algorithm
CP3: Aprendizagem a partir de sequências
CP4: Análise de hiperligações
- PageRank
- Link Spam
CP5: Regras de associação
CP6: Aprendizagem não supervisionada em larga escala
CP7: Sistemas de recomendação
CP8: Comunidades em redes sociais
CP9: Redução de dimensionalidade
- Análise de componentes principais
- Decomposição em valores próprios singulares
- Decomposição CUR
CP10: Aprendizagem supervisionada em larga escala
- Vizinho mais próximo
- Máquinas de vetor de suporte
CP11: Árvores de decisão
CP12: Introdução ao Deep Learning

9.4.5. Syllabus:

CP1: Large scale programming
-distributed file systems
-MapReduce programming model
CP2: Locality-sensitive hashing algorithm
CP3: Mining data streams
CP4: Link analysis
-PageRank
-Link Spam
CP5: Frequent Itemsets
CP6: Large-scale unsupervised learning
CP7: Recommendation systems
CP8: Mining Social-Networks Graphs
CP9: Dimensionality reduction
-principal component analysis
-singular value decomposition
-CUR decomposition
CP10: Large-scale supervised learning
-Nearest neighbors
-Support vector machines
CP11: Decision trees
CP12: Introduction to Deep Learning

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos formulados para a unidade curricular. Os tópicos incluídos no programa cobrem os temas fundamentais de Big Data. A abordagem é rigorosa do ponto de vista matemático, focando-se nos fundamentos, e servindo assim de suporte a diversas aplicações.*

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

The syllabus is consistent with the objectives of the curricular unit. All topics included in the syllabus were selected in order to cover the main aspects of Big Data. The emphasis is on the mathematical foundations, thus providing a solid basis for various applications.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas, alternando entre a exposição dos assuntos teóricos e a realização de exercícios. A avaliação pode ser realizada de duas formas: periódica [1] ou exame final [2].

[1] A avaliação periódica consiste em:

- 2 testes escritos (com um peso na nota final de 20% cada), realizados ao longo do semestre, com uma nota mínima de 7;

- 1 trabalho (de grupo) com um peso na nota final de 60%.

[2] O exame final é composto por parte teórica e prática, realizada em época de recurso ou em época especial.

A parte prática do exame final avaliará os conhecimentos práticos necessários ao desenvolvimento de projetos de complexidade semelhante à do trabalho considerado para avaliação periódica.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes will be alternating between theoretical and exercises. Assessment can be performed in one of the following modes:

[1] Periodic assessment, comprising:

- two written tests (weighting 20% each on the final score), performed during the semester, with a minimum score of 7 out of 20 in each one;

- one project (in groups), weighting 60% on the final score.

[2] Final exam consisting of a theory and practice parts to be carried out during the resit period exam or during the special date. The practical part of the final exam will evaluate the practical knowledge required to develop projects of similar complexity to the work considered for periodic evaluation.

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

O método expositivo é essencial na apresentação ao aluno dos principais resultados a que este módulo se propõe. Desta forma, os conceitos poderão surgir de forma natural e motivada por exemplos. A resolução de problemas por parte dos alunos é parte integrante do processo de aprendizagem. Pretende-se que o trabalho individual do aluno lhe permita utilizar as ferramentas de forma prática. Os trabalhos a realizar ao longo de semestre pretendem alertar o aluno para os resultados mais importantes e o exame final pretende não apenas aferir se o aluno cumpriu os objetivos deste módulo como também ser uma motivação para que o aluno obtenha uma visão global dos assuntos estudados.

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

The expository method is essential to introduce the student to the main results that this module is proposed. In particular, it allows that the new concepts may arise naturally and motivated by examples. Problem solving by the students is always an integral part of the learning process. It is intended that the student's individual work develops the ability to use the tools in a practical way. The problem sheets to be done during the semester have as main goal to alert the student to the most important results. The final exam aims not only to assess whether the student has met the objectives of this module but is supposed to contribute as a motivation for students to get an overview of the subjects studied.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mining of Massive Datasets, A. Rajaraman, J. Ullman, 2011, Cambridge University Press.

Big Data: Algorithms, Analytics, and Applications, Kuan-Ching Li et al., Chapman and Hall/CRC, 2015.

Advanced Analytics with Spark: Patterns for Learning from Data at Scale, Sandy Ryza et al., O'Reilly Media, 2017.

Practical Data Science with Hadoop and Spark: Designing and Building Effective Analytics at Scale, Ofer Mendeleevitch, Casey Stella and Douglas Eadline, Addison-wesley, 2016.

Deep Learning, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio, 2016, MIT Press.

Anexo II - Visualização de Informação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Visualização de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Visualization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*CI / CS***9.4.1.3. Duração:***semestral / semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***196***9.4.1.5. Horas de contacto:***30***9.4.1.6. ECTS:***7***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Manuel Arturo Marques Pita***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***-***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo central desta cadeira é proporcionar os fundamentos, teorias e técnicas para a visualização efectiva de dados complexos. Uma das grandes limitações da ciência dos dados é a incapacidade de comunicar resultados efectivamente a grandes audiências. Os objetivos específicos da cadeira são:

- 1. Entender como o sistema cognitivo humano processa dados visuais.*
- 2. Compreender o conjunto de técnicas cognitivas e computacionais para o desenho de visualizações que sejam fáceis de entender.*
- 3. Dominar a teoria de percepção de cores e objetos.*
- 4. Dominar técnicas para guiar a percepção, calculo de carga cognitiva, minimalismo visual.*
- 4. Dominar a linguagem usada em InfoViz*
- 5. Implementar visualizações estatísticas simples, e complexas*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The key goal of this module is to provide the fundamental theories and techniques for effective visualisation of complex data. One of the major limitations of data science is the inability to effectively communicate results to large audiences. The specific objectives of the chair are:

- 1. Understand how the human cognitive system processes visual data.*
- 2. Understand the set of cognitive and computational techniques for designing visualisations that are easy to understand.*
- 3. Master the theory of perception of colours and objects.*
- 4. Master techniques to guide the perception, calculation of cognitive load, visual minimalism.*
- 4. Master the language used in InfoViz*
- 5. Implement simple, complex statistical Infoviz.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução a Infoviz: Importancia, e posicionamento em data science.*
- 2. Contexto geral das técnicas Infoviz.*
- 3. Termos usados na comunidade InfoViz para descrever elementos, técnicas, etc.*
- 4. Visualizações estatísticas estándar.*
- 5. Visualizações complexas.*
- 6. Processamento de informação visual no sistema cognitivo humano.*
- 7. Balance entre função e estética; minimalista visual; carga cognitiva.*
- 8. Mapeamento de elementos visuais a ligações semânticas, e construção de sequências.*

9. Teoria da formas e da cor
10. Visualizações em D3.js e Bokeh.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Infoviz: Importance, and positioning in data science.
2. General context techniques in Infoviz.
3. Terms used in the InfoViz community to describe elements, techniques, etc.
4. Standard statistics visualisations.
5. Complex visualisations.
6. Processing of visual information in the human cognitive system.
7. Balance between function and aesthetics; visual minimalism; cognitive load.
8. Mapping visual elements to semantic links, and constructing sequences.
9. Theory of shapes and colour
10. Views in D3.js and Bokeh.

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

A cadeira de visualização de informação está desenhada para cumprir três objetivos principais: (1) Entender o processamento de informação visual no cérebro humano; (2) como desenhar visualizações que funcionem dentro dos parâmetros que determinam a nossa percepção de informação visual; e (3) implementação computacional usando diferentes técnicas. Os temas (6-9) proporcionam uma base sólida para a compreensão de como o sistema cognitivo humano processa informação visual (objetivos 1,3,4). Os temas (1-4) constituem a base de técnicas principais usadas para criar visualizações de qualquer género (objetivos 2,4). Finalmente os temas 4,5 e 10 tem o objectivo de por em pratica a implementação computacional de um conjunto diverso de métodos para criar visualizações de alto nível.

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

The information visualisation module is designed to fulfil three main areas: (1) Visual information processing in the human brain; (2) how to design visualisations that work within the parameters that determine our perception of visual information; and (3) computational implementation using different techniques. Topics (6-9) provide a solid basis for understanding how the human cognitive system processes visual information (objectives 1,3,4). Topics (1-4) form the basis of key techniques used to create visualisations of any gender (objectives 2.4). Finally, topics 4,5 and 10 aim to put into practice the computational implementation of a diverse set of methods to create high level visualisations.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira consiste em aulas presenciais (teórico-praticas). As primeiras aulas são teóricas. A partir da 5ta semana aproximadamente as aulas tem uma componente pratica, na qual os estudantes trabalham com um problema claramente definido. Isto permite a identificação de sub-objetivos que levam gradualmente a resolução do problema. Cada um corresponde a um dos temas da cadeira. Esta metodologia evita aulas unidireccionais e favorece a co-construção do conhecimento nos estudantes.

A avaliação consiste em dois testes e dois projetos. Os testes avaliam a capacidade dos estudantes para relacionar conhecimentos básicos na criação de soluções complexas, assim como a escolha de técnicas para criar visualizações de acordo a parâmetros específicos. Os projetos estão desenhados para que os estudantes possam usar os conhecimentos adquiridos, apoiando assim à assimilação tanto dos aspetos teóricos como práticos que possam ser usados pelos estudantes no mercado de trabalho.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This module consists of theoretical-practical lectures. Starting on approximately the fifth week, lectures begin to have a practical component, in which the students work with a clearly defined problem. This allows the identification of sub-objectives that gradually lead to the complete resolution of the problem. Each sub-objective corresponds to one of the topics of the module. This methodology avoids unidirectional classes and favours the co-construction of knowledge in the students facilitated by the teacher.

The evaluation consists of two tests and two projects. The tests assess students' ability to relate basic knowledge in creating complex solutions, as well as choosing techniques for creating visualisations according to specific parameters. The projects are designed so that students can use the knowledge acquired in building real solutions to complex problems, thus supporting the assimilation of both theoretical and practical aspects that can be used by students in the market.

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

A natureza teórico-pratica das aulas procura simular o contexto de trabalho de um especialista em visualização de dados. Este contexto considera variáveis diferentes na criação de uma ferramenta visual que tem como objetivo transmitir informação com mínimo esforço cognitivo por parte do consumidor (objetivos 1.2).

Durante as aulas os estudantes tem acesso directo a referencias teóricas, documentação de pacotes para programar, etc. Um dos aspetos mais importantes que depende da metodologia de ensino consiste em garantir que os estudantes conseguem trabalhar com um conjunto extenso de ferramentas teóricas e computacionais para resolver problemas que precisam de (a) considerar variáveis cognitivas (objetivos 1,2,4); (b) implementação de visualizações que

efectivamente implementam métodos apropriados para transmitir informação (objetivos 3,5); e (c) dominar a linguagem de Infoviz para poder manter conhecimentos atualizados (objetivo 4).

Os testes tem a função de solidificar este processo de assimilação de novos conhecimentos e técnicas computacionais. Os projetos práticos são desenvolvidos quase na sua totalidade nas próprias aulas o que permite aos estudantes ganhar experiência mais aprofundada na resolução de problemas centrais em Infoviz.

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

The theoretical-practical nature of this module seeks to simulate the working context of a data visualisation specialist. This context considers different variables in the creation of a visual tool that aims to transmit information with minimal cognitive effort on the part of the consumer (objectives 1.2).

During the classes the students have direct access to theoretical references, documentation of packages to be programmed, etc. One of the most important aspects that depends on teaching methodology is to ensure that students can work with an extensive set of theoretical and computational tools to solve problems that need to (a) consider cognitive variables (objectives 1,2,4); (b) implementation of visualisations that effectively implement appropriate methods to transmit information (objectives 3.5); and (c) mastering the Infoviz language in order to maintain up-to-date knowledge (objective 4).

The tests have the function of solidifying this process of assimilation of new knowledge and computational techniques. The practical projects are developed almost entirely in the classes themselves, which allows students to gain more in-depth experience in solving core problems at Infoviz.

Bibliografia Principal / Main Bibliography

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Cairo, A. (2016) *The Truthful Art, New Riders**

*Lima, M. (2013) *Visual Complexity: Mapping Patterns of Information. Princeton Architectural Press**

*Tufte, E. (2001) *The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Pr (2nd Edition)**

This module will be supplemented with scientific articles and computational tutorials available online, specifically to cover Matplotlib in Python, D3.js and Bokeh.

Anexo II - Gestão de Projetos de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Projetos de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Project Management of Information Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Option

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

Jorge Manuel Vareda Gomes

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

-

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*São objetivos desta disciplina o desenvolvimento de:*

- *Competências específicas para a condução do processo de gestão de projetos, apresentando técnicas, processos, ferramentas e métodos de análise, que potenciam o ciclo de vida dos projetos*
- *Conhecimento de procedimentos e melhores práticas organizacionais no desenvolvimento de Gestão de Projetos de Sistemas de Informação*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*The objectives of this course program are the development of:**Specific competences for conducting the project management process, presenting techniques, processes, tools and analysis methods that enhance the life cycle of the projects**Knowledge of procedures and best organizational practices in the development of Project Management of Information Systems***9.4.5. Conteúdos programáticos:***A disciplina tem a seguinte estrutura macro de conteúdos:**Gestão da Integração.processos e atividades de gestão de projetos nos grupos de processos de gestão de projetos.**Gestão do âmbito**Gestão do Tempo**Gestão de Custos**Gestão da Qualidade**Gestão de Recursos.**Gestão das Comunicações**Gestão do Risco**Gestão das Aquisições**Gestão de Stakeholders.***9.4.5. Syllabus:***The discipline has the following macro content structure:**Integration Management**Scope Management.**Schedule Management**Cost Management.**Quality Management.**Resource Management.**Communications Management.**Risk Management.**Procurement Management.**Stakeholder Management.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***O programa da disciplina desenvolve competências e conhecimentos de gestão de projetos como um ativo fundamental para a execução com sucesso de iniciativas que visam alavancar as estratégias da organização como forma de diferenciação e de vantagem competitiva.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***The program develops project management skills and knowledge as a fundamental asset for the successful execution of initiatives that aim to leverage the organization's strategies as a form of differentiation and competitive advantage***9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A metodologia de ensino baseia-se em sessões de 2h que englobam uma parte inicial de exposição pelo professor, e uma parte de discussão de casos de estudo com participação dos alunos.**A avaliação é composta por 3 partes:**Realização de 2 trabalhos individuais.**Apresentação e discussão de artigo académico (individual).**Trabalho de grupo sobre uma das temáticas abordadas, com apresentação em sala de aula.***9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):***The teaching methodology is based on 2-hour sessions that include an initial part of the teacher's presentation, and a part of discussion of case studies with student participation.**The evaluation is composed of 3 parts:**Two individual works*

*Presentation and discussion of academic article (individual).
Group work on one of the topics addressed, with presentation in the class.*

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

O desenvolvimento e análise de estudos de casos, a exposição teórica e prática dos tópicos definidos no programa, a discussão de artigos académicos relevantes, permitem garantir a transferência de conhecimento para os alunos. O desenvolvimento de trabalhos individuais e de grupo corporizam as diferentes áreas de conhecimento da gestão de projetos de forma a constituir um todo coerente com os objetivos pretendidos para esta disciplina.

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

The development and analysis of case studies, the theoretical and practical presentation of the topics defined in the program, the discussion of relevant academic articles, allow to guarantee the transfer of knowledge to the students. The development of individual and group work embodies the different areas of project management knowledge to constitute a coherent whole with the objectives intended for this discipline.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*PMI (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), Sixth Edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
Kerzner, A. (2013). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling, Eleventh Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
Roberts, P. (2013). Guide to Project Management: Getting it Right and Achieving Lasting Benefit, Second, Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
Barker, S., & Cole, R. (2012). Brilliant Project Management: What the best project managers know, do and say (3rd Edition). Edinburg Gate, UK: Pearson.
Craig, J. (2012). Project Management Lite: Just Enough to Get the Job Done...Nothing More. North Charleston, SC, US: CreateSpace Independent Publishing Plat.*

Anexo II - Sistemas Distribuídos Tolerantes a Falhas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Distribuídos Tolerantes a Falhas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Fault Tolerant Distributed Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI / CE

9.4.1.3. Duração:

Semestral 7 Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

opção

9.4.1.7. Observations:

Option

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

PEDRO ALEXANDRE REIS SÁ DA COSTA

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

-

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

A presente unidade curricular opcional tem como objetivo desenvolver e especializar conhecimentos na área dos Sistemas Distribuídos, tendo em vista a compreensão aprofundada de técnicas avançadas usadas no desenho de sistemas críticos complexos, com propriedades de tolerância a faltas, processamento seguro e confiável, tolerante a intrusões e preservação de privacidade dos dados e computações. A unidade curricular tem forte incidência no estudo de fundamentos teóricos, como base consolidada para abordar a concretização e compreensão de sistemas práticos, avaliados com ensaio experimental e observação crítica das propriedades de confiabilidade suportadas. Espera-se que no final da unidade curricular, o aluno domine os seguintes os conceitos de base para a análise e síntese de mecanismos e serviços de confiabilidade para distribuídos, abstrações e técnicas para combinação de propriedades de segurança, privacidade, fiabilidade, tolerância a falhas e a intrusões.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This optional curricular unit aims to develop and specialize knowledge in the area of Distributed Systems, in order to understand in depth the advanced techniques used in the design of complex critical systems, with fault tolerance properties, reliable and reliable, intrusion tolerant processing and preservation of data privacy and computations. The curricular unit has a strong impact in the study of theoretical foundations, as a consolidated basis to approach the realization and understanding of practical systems, evaluated with experimental test and critical observation of the supported reliability properties.

It is expected that at the end of the course, the student master the following basic concepts for the analysis and synthesis of mechanisms and services of reliability for distributed, abstractions and techniques for combining security, privacy, reliability, fault tolerance and intrusions.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução. Noção de confiabilidade de um sistema distribuído; propriedades de um sistema confiável; modelos de confiabilidade.*
2. *Deteção, prevenção e recuperação de intrusões*
3. *Mecanismos e serviços para tolerância a intrusões*
4. *Segurança de dados e transações com descentralização da base de confiança*
5. *Segurança de bases de dados*
6. *Computação confiável*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction. Concept of reliability of a distributed system; properties of a trusted system; reliability models.*
2. *Intrusion Detection, Prevention and Recovery*
3. *Intrusion Tolerance Mechanisms and Services*
4. *Data security and transactions with decentralization of the trust base*
5. *Database security*
6. *Reliable computing*

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

O conteúdo desta Unidade Curricular apresenta aspetos atuais para o desenvolvimento de sistemas confiáveis, abordando as técnicas atuais de tolerância a faltas e intrusões e os conceitos fundamentais do conjunto de algoritmos de consenso e segurança.

Os conteúdos programáticos são organizados para fornecer resultados de aprendizagem em cinco áreas de desenvolvimento de aplicativos confiáveis: (i) Deteção, prevenção e recuperações de intrusões, (ii) tolerância a intrusões, segurança de dados e transações, (iii) segurança de base de dados e (iv) computação confiável.

A opção por essa abordagem tem como objetivo fazer um percurso pedagógico com os alunos, começando com a introdução de conceitos e progredindo para assuntos mais técnicos e desconhecidos.

A seleção dos pontos essenciais do programa é baseada em referências bibliográficas relevantes utilizadas nesta área da engenharia.

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

The contents of this Course Unit present current aspects for the development of reliable systems, addressing current techniques of fault tolerance and intrusion, and the fundamental concepts of consensus and security algorithms. Program content is organized to provide learning outcomes in five areas of trusted application development: (i) intrusion detection, prevention and recovery, (ii) intrusion tolerance, data and transaction security, (iii) security in the database and (iv) reliable computing.

The option for this approach is to make a pedagogical journey with the students, beginning with the introduction of concepts and progressing to more technical and unknown subjects.

The selection of the essential points of the program is based on relevant bibliographical references used in this area of engineering.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é ministrado através de aulas teóricas, onde são expostos os aspetos fundamentais dos sistemas confiáveis tolerante a faltas, sendo complementado por uma prática laboratorial, onde os alunos têm oportunidade de adquirir uma experiência aprofundada e direta dos principais temas abordados na cadeira, através da realização trabalhos e projetos centrados na implementação de algoritmos de tolerância a faltas.

A avaliação é realizada de forma contínua e constituída por testes teóricos (50%) e entrega de trabalhos e projetos (50%) ao longo do semestre. A aprovação na cadeira é obtida com uma nota mínima de 10 valores da média das duas componentes teórica e prática.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching is provided through theoretical classes where the fundamentals of web technologies are provided, complemented by laboratory sessions where students have the opportunity to acquire in-depth and direct experience of the main topics covered, through the accomplishment of several delivery assignments and projects focused on the implementation of essential functionalities of web applications.

The evaluation is carried out continuously and consists of theoretical tests (50%) and delivery of works and project (50%) throughout the semester. The approval in the chair is obtained with a minimum grade of 10 values of the average of the two theoretical and practical components.

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

O conteúdo desta unidade curricular e o ensino ministrado através das aulas teóricas expõem os aspetos fundamentais dos sistemas confiáveis tolerante a faltas, sendo complementado por uma prática laboratorial, onde os alunos têm oportunidade de adquirir uma experiência aprofundada e direta dos principais temas abordados na cadeira, através da realização trabalhos, apresentação de artigos e projetos centrados na implementação de algoritmos de tolerância a faltas.

Espera-se que no final da unidade curricular, o aluno domine os seguintes elementos teóricos:

- 1. Conceitos de base para a análise e síntese de mecanismos e serviços de confiabilidade para distribuídos, do ponto de vista da sua conceção e suporte de operação*
- 2. Abstrações fundamentais para a construção dos mecanismos, técnicas e algoritmos para sistemas distribuídos confiáveis e sua realização*
- 4. Técnicas para combinação de propriedades de segurança, privacidade, fiabilidade, tolerância a falhas e tolerância a intrusões para sistema distribuídos confiáveis*

Também se espera que o aluno consiga executar os seguintes elementos práticos:

- 1. Construção de mecanismos e serviços para suporte de sistemas distribuídos confiáveis para suporte de aplicações e sistemas críticos*
- 2. Análise e avaliação experimental de mecanismos e serviços de confiabilidade de um sistema distribuído*
- 3. Programação e desenvolvimento prático de sistemas distribuídos com propriedades de confiabilidade*

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

The content of this curricular unit and the teaching delivered through the theoretical classes expose the fundamental aspects of reliable fault tolerance systems, being complemented by a laboratory practice where students have the opportunity to acquire a thorough and direct experience of the main topics covered in the chair, through the accomplishment of works, presentation of articles and projects focused on the implementation of fault tolerance algorithms.

It is expected that at the end of the curricular unit, the student will master the following theoretical elements:

- 1. Basic concepts for the analysis and synthesis of mechanisms and services of reliability for distributed, from the point of view of its design and support of operation*
- 2. Fundamental abstractions for the construction of mechanisms, techniques and algorithms for reliable distributed systems and their realization*
- 3. Techniques for combining security, privacy, reliability, fault tolerance, and intrusion-tolerance properties for trusted distributed systems*

It is also expected that the student will be able to execute the following practical elements:

- 1. Building mechanisms and services to support reliable distributed systems to support critical applications and systems*
- 2. Experimental analysis and evaluation of reliability mechanisms and services of a distributed system*
- 3. Programming and practical development of distributed systems with reliability properties*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. W. Stallings, L. Brown, Computer Security - Principles and Practice, Prent. Hall, 2014*
- 2. W. Zhao, Building Dependable Distributed Systems, Wiley, 2014*
- 3. C. Cachin, R. Guerraoui, L. Rodrigues, Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming (2nd Ed), Springer, 2011.*

Complementar/Optional:

1. W. Stallings, *Network Security Essentials*, 6th Ed. Pearson, 2017
2. A.S. Tanenbaum and M. Van Steen. *Distributed Systems Principles and Paradigms*, Prent. Hall, 2007
3. K. Birman, *Reliable Distributed Computing*, Springer 2005
4. M. Correia, P. Sousa, *Segurança no Software*, FCA Ed. 2010

Observação) Serão fornecidas nas aulas referências de leituras sugeridas (artigos e partes de livros) sobre os tópicos apresentados, bem como relacionados com os trabalhos práticos de avaliação.

Note) Suggested readings (articles and parts of books) will be provided in the lessons on the topics presented, as well as related to the practical work of evaluation.

Anexo II - Internet das Coisas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Internet das Coisas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Internet of Things

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CI / CS

9.4.1.3. Duração:

semestral 7 semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

Opcion

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

Helena Rute Esteves Carvalho Sofia

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

-

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

A UC tem por objectivo principal fornecer uma compreensão abrangente e profunda de Internet das Coisas, incluindo interligação entre sistemas ciber-físicos e pessoas, bem como discutindo abordagens de captura e troca de dados em diferentes ambientes IoT. A UC cobre aspectos tais como tecnologias e diferentes ambientes; as evoluções mais recentes de arquitectura de software e arquitectura de rede para IoT; incluindo razões para esta evolução:

- compreender ambientes IoT e seus constituintes, paradigmas industriais e de consumo.*
- compreender como se captura, processa e se transmite dados em ambientes IoT; as limitações de cada processo.*
- obter conhecimento sobre problemas de segurança e ameaças futuras, incluindo novos paradigmas que podem permitir redução.*
- compreender, de uma perspectiva operacional, como implementar projectos IoT; que ferramentas existem, e como as utilizar.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The UC has as main goal to provide a deeper and broader understanding of what IoT means and comprises, debating the interconnection of cyber-physical systems and humans, as well as debating on the current approaches to collect and to exchange data. The UC shall provide an operational perspective on how IoT environments work, based on:

- *understanding different IoT environments, including industrial and consumer IoT.*
- *understanding how data is captured, processed, and transmitted in IoT environments, and the limitations of the different environments.*
- *becoming acquainted with current security issues and future threats, and paradigms that can assist in mitigation.*
- *understanding, from an operational perspective, how to implement IoT projects and become acquainted with different IoT experimental tools.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – *Introdução a Internet das Coisas. Noções base; IoT industrial e de consumo; standardização (IETF/IRTF; ETSI); consórcio Industrie 4.0; exemplos.*
- 2 – *Protocolos e arquiteturas de comunicação em IoT. Comunicação baseada em TCP/IP e evolução no contexto de IoT, desde a camada PHY (LoRAWAN; SigFox; Ingenu; Weightless); camada IP (CoAP); alterações a nível de transporte (TCP e UDP); e protocolos baseados em “messaging” (MQTT, AMQP, DDS, OPC-UA), bem como arquiteturas centradas na informação (NDN em IoT).*
- 3 – *Dados e contexto em IoT, aborda os novos requisitos derivados de captura de dados individuais com dispositivos pessoais e restritos, tais como “small data”; “smart data”; computação na edge, e o papel de contextualização na optimização de IoT.*
- 4 – *Segurança, privacidade, e mecanismos de confiança para IoT. Riscos, ameaças, e medidas a ter em conta.*
- 5 – *Projecto de implementação. Desenvolvimento de projecto prático no contexto do IoT Lab (COPELABS), FIT-IoT.*

9.4.5. Syllabus:

- 1 – *IoT Principles; industrial IoT vs consumer/personal IoT; standardization entities and groups (IETF/IRTF and ETSI); Industrie 4.0; examples.*
- 2 – *IoT Communication Protocols and Architectures. TCP/IP communication and evolution in the context of IoT, across all layers: PHY(LoRAWAN; SigFox; Ingenu; Weightless); IP (CoAP); transport evolution, TCP and UDP; and IP-based messaging protocols (MQTT, AMQP, DDS, OPC-UA), as well as new paradigms, such as NDN for IoT.*
- 3 – *Data and Contextual-awareness in IoT. New requirements derived from individual and mobile data capture, e.g., small data; smart data; edge computing, and the role of contextual-awareness in the optimization of IoT environments.*
- 4 – *Security, privacy, and trust mechanisms for IoT, both in the context of industrial and consumer IoT. Risks, threats, and mitigation aspects.*
- 5 – *Implementation project. Practical project developed in the context of the IoT Lab (COPELABS).*

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

O conteúdo programático compreende 5 módulos dedicados a fornecer uma perspectiva global e actual referente a paradigmas e tecnologias IoT. Tem por intuito transmitir conceitos e experiência que vai para além da vertente de sensing associada a IoT. Os 5 módulos suportam os objetivos do seguinte modo:

- *fornecem uma perspectiva global de IoT; razões para as suas arquiteturas actuais; soluções que são aplicadas em diferentes ambientes.*
- *fornece uma perspectiva prática e operacional de IoT, incluindo aspectos de standardização.*
- *suporta a introdução de paradigmas recentes relacionados com comunicação em IoT; gestão de dados; segurança.*
- *fornece conhecimento para se articular uma melhor interoperabilidade, e segurança em IoT.*

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

O conteúdo programático compreende 5 módulos dedicados a fornecer uma perspectiva global e actual referente a paradigmas e tecnologias IoT. Tem por intuito transmitir conceitos e experiência que vai para além da vertente de sensing associada a IoT. Os 5 módulos suportam os objetivos do seguinte modo:

- *fornecem uma perspectiva global de IoT; razões para as suas arquiteturas actuais; soluções que são aplicadas em diferentes ambientes.*
- *fornece uma perspectiva prática e operacional de IoT, incluindo aspectos de standardização.*
- *suporta a introdução de paradigmas recentes relacionados com comunicação em IoT; gestão de dados; segurança.*
- *fornece conhecimento para se articular uma melhor interoperabilidade, e segurança em IoT.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC integra aulas teóricas e práticas, sendo as primeiras dedicadas aos primeiros 4 módulos. Durante as aulas práticas, em ambiente laboratorial, apresenta-se casos de estudo para IoT industrial e de consumo. Os estudantes desenvolvem também um projecto individual no contexto do “IoT Lab” da unidade de I&D COPELABS, e apresentarão os resultados desse projecto no final do semestre em aula aberta (seminário). Os estudantes desenvolverão ainda, associado a este projecto, um artigo científico em formato de “long abstract” (e.g. demonstração tecnológica) seguindo as regras e templates IEEE/ACM. Portanto, para além de competências técnicas os alunos desenvolverão competências de investigação.

A avaliação é contínua e também suportada através de mini-testes após cada módulo, bem como através de exame final escrito (60 minutos). A nota final apresenta os seguintes componentes:

- *10%: participação e interesse.*
- *10%: mini-testes.*
- *30%: Trabalhos práticos.*
- *50%: Exame final.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A UC integra aulas teóricas e práticas, sendo as primeiras dedicadas aos primeiros 4 módulos. Durante as aulas práticas, em ambiente laboratorial, apresenta-se casos de estudo para IoT industrial e de consumo. Os estudantes desenvolvem também um projecto individual no contexto do “IoT Lab” da unidade de I&D COPELABS, e apresentarão os resultados desse projecto no final do semestre em aula aberta (seminário). Os estudantes desenvolverão ainda, associado a este projecto, um artigo científico em formato de “long abstract” (e.g. demonstração tecnológica) seguindo as regras e templates IEEE/ACM. Portanto, para além de competências técnicas os alunos desenvolverão competências de investigação.

A avaliação é contínua e também suportada através de mini-testes após cada módulo, bem como através de exame final escrito (60 minutos). A nota final apresenta os seguintes componentes:

- 10%: participação e interesse.
- 10%: mini-testes.
- 30%: Trabalhos práticos.
- 50%: Exame final.

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

O mestrado e esta UC pretendem transmitir de modo contínuo o conhecimento e competências relacionadas com IoT. A abordagem seguida nesta UC na sua metodologia de ensino reflecte a necessidade de integrar saber teórico com conhecimento operacional, derivado de ambientes reais existentes hoje em dia, bem como de ferramentas em desenvolvimento e análise em ambiente de investigação aplicada e avançada, na unidade de informática da ULHT - COPELABS.

Sendo um segundo ciclo, a metodologia aplicada, interactiva, desenvolve progressivamente a capacidade dos alunos para compreender aspectos operacionais mas também para adquirir saber diferenciador, derivado de uma melhor compreensão de paradigmas industriais (standardização) quer de uma melhor compreensão de limitações derivadas de aspectos tecnológicos. Contempla-se ainda, na avaliação a verificação e validação do conhecimento de forma contínua (mini-testes e trabalhos desenvolvidos em ambiente laboratorial).

Apoia-se a vertente laboratorial em ambiente de investigação integrado, em articulação com projectos de investigação e desenvolvimento em curso na unidade de I&D COPELABS, permitindo assim aos alunos não só compreender melhor paradigmas actuais, mas também interagir com alunos de 3º ciclo, bem como com parceiros industriais de relevo a desenvolver trabalho na área de IoT.

Apoia-se ainda a capacidade crítica e de análise através do desenvolvimento de artigos científicos e de participação/contribuições para entidades de standardização. Deste modo, o aluno adquire conhecimento teórico mas em paralelo vai compreender como o aplicar; como funcionam as diferentes soluções; limitações derivadas de ambientes reais. Tal metodologia interactiva permite apreender do melhor modo não só noções de IoT, mas também o porquê da existência de paradigmas mais recentes, como “Information-centric networking”, e o seu impacto em futuros ambientes de IoT.

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

This master and the unit intend to transmit knowledge and competences in IoT, in a progressive way. The methodology followed reflects the need to integrate theoretical concepts with operational know-how, in particular know-how derived from realistic environments of today, as well as know-how derived from existing tools, and derived from applied research being developed in the context of the research unit COPELABS.

Being a 2nd cycle, the proposed methodology, of an interactive nature, progressively develops the students' capability to handle operational aspects while at the same time gaining differentiating skills, derived from a better understanding concerning industry (standardization requirements) and from a better understanding of limitations due to technological constraints. The methodology integrates as well an evaluation and knowledge validation in a continuous way, based on laboratorial projects, mini-tests, and scientific paper development.

The laboratorial component is supported in an integrated research environment in articulation with ongoing research and development projects, in the research unit COPELABS. Therefore, students shall interact with 3rd cycle students, as well as with relevant industrial partners in the context of IoT.

The methodology matures the critical analysis capability of students via the pursuit of contributions in the form of scientific papers or standardization reports. Therefore, the student acquires theoretical knowledge while understanding how to apply such knowledge; how the available tools work; limitations derived from realistic and operational environments.

This interactive methodology is the basis for the students to gain not just a global perspective on IoT, but also the why for the most recent paradigms such as “Information-centric networking”, and their impact in the context of an IoT evolution.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Rajkumar Buyya, Amir Dastjerdi *Internet of Things, Principles and Paradigms*. (2016). Elsevier. ISBN-13: 978-0128053959.
- Russell, B., & Van Duren, D. (2016). *Practical internet of things security*. Packt Publishing Ltd.
- Miller, M. (2015). *The internet of things: How smart TVs, smart cars, smart homes, and smart cities are changing the world*. Pearson Education.
- Adrian McEwen and Hakim Cassimally (2014). *Designing the Internet of Things*, John Wiley and Sons, Ltd.
- Vasseur, J. P., & Dunkels, A. (2010). *Interconnecting smart objects with ip: The next internet*. Morgan Kaufmann.
- John C. Shovic. *Raspberry Pi IoT Projects, prototyping experiments for makers* (2016). ISBN 978-1-4842-1377-3.

Anexo II - Tecnologia e Aplicações de Blockchain**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Tecnologia e Aplicações de Blockchain***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Blockchain Technology and Applications***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CI / CS***9.4.1.3. Duração:***semestral / semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***196***9.4.1.5. Horas de contacto:***30***9.4.1.6. ECTS:***7***9.4.1.7. Observações:***Opção***9.4.1.7. Observations:***Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Luís Azevedo Quintino Rogado (10h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***PEDRO ALEXANDRE REIS SÁ DA COSTA (10h)**JOSÉ CARLOS DOS SANTOS GUERREIRO FAISCA (10h)***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A Tecnologia de Registo Descentralizada, mais conhecida por Blockchain, é uma das áreas das tecnologias de informação sobre a qual maiores expectativas têm sido criadas. O objectivo desta UC é o de apresentar os seus conceitos fundamentais, como meio de realizar transações fiáveis e proteger conteúdos distribuídos, bem como abordar alguns dos principais casos de uso que a utilizam.

No final da UC os alunos deverão:

- Saber identificar os diversos componentes de um sistema descentralizado*
- Conhecer as tecnologias nas quais se baseiam as soluções descentralizadas*
- Identificar os métodos de propagação de confiança (consenso) entre os diversos intervenientes*
- Entender os princípios da tecnologia DLT/Blockchain e conhecer as implementações mais recentes*
- Saber utilizar os conceitos adquiridos em actividades profissionais ou académicas, realizando implementações ou projectos de I&D ligados ao tema DLT/Blockchain em ambientes de computação em rede.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Decentralized Ledger Technology, better known as Blockchain, is one of the areas of information technology upon which greater expectations have been built. The purpose of this UC is to present its fundamental concepts as a means to perform reliable transactions and protect distributed contents, as well as to address some of the main use cases that use it.

At the end of this course students should:

- Identify the various components of a decentralized system.*
- Understand the technologies on which the decentralized solutions rely.*
- Identify ways to propagate trust (consensus) among the various stakeholders.*
- Understand the principles of DLT/Blockchain technology and learn about the latest implementations.*
- Use the acquired concepts in their professional or academic activities, implementing or participating in R&D projects in the area of DLT/Blockchain in network computing environments.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Distribuição e Descentralização*
Modelos de descentralização (DHT, DLT/Blockchain)
Algoritmos de consenso (PoA, PoW, PoS, PoET e BFT)
Aplicações descentralizadas
Casos de uso
2. *Privacidade e propriedade de dados*
Controlo pessoal e auto-soberania
Confiança descentralizada
Blockchain: Tecnologia e implementações
Contratos inteligentes
3. *Cripto-economia*
Economia digital descentralizada
Mecanismos criptográficos de prova
Incentivos à participação / teoria dos jogos
Organizações Autónomas Descentralizadas
Design de mecanismos
Cripto-moedas (Bitcoin, Ethereum)
4. *Desenvolvimento e Provas de Conceito*
Criptografia aplicada ao Blockchain
Gestão de identidade Semântica
DLT/Blockchain

9.4.5. Syllabus:

1. *Distribution and Decentralization*
Decentralization models (DHT, DLT / Blockchain)
Consensus algorithms (PoA, PoW, PoS, PoET and BFT)
Decentralized applications
Use cases
2. *Privacy and Data Ownership*
Personal control and self-sovereignty
Decentralized trust
Blockchain: Technology and implementations
Smart Contracts
3. *Crypto-economy*
Decentralized digital economy
Cryptographic proof mechanisms
Incentives to participation/game theory
Decentralized autonomous organizations
Mechanism design
Crypto-currencies (Bitcoin, Ethereum)
4. *Development and Proofs of Concept*
Blockchain Applied Encryption
Semantic Identity management
DLT / Blockchain

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

Na era actual, em que o paradigma de computação distribuída está em profunda evolução, importa que os alunos adquiram sólidas noções das tecnologias que suportam essa evolução (sistemas descentralizados com consenso absoluto e seguro) e saibam interagir com as suas principais implementações. Por outro lado, sem uma compreensão dos algoritmos de encriptação que suportam tais propriedades, não é possível conceber e implementar aplicações descentralizadas reais e robustas. O conteúdo da presente Unidade Curricular, por proporcionar um conhecimento aprofundado dos fundamentos da descentralização e das aplicações que suporta, insere-se assim no objectivos enunciados no ponto anterior .

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

In the current era, where the distributed computing paradigm is in deep evolution, it's important for students to acquire strong notions of the technologies that support this trend (decentralized systems with absolute and secure consensus) and to interact with their main implementations. On the other hand, without an understanding of the encryption algorithms that support such properties, it is not possible to design and implement real decent and robust applications. The content of this Curricular Unit, by providing in-depth knowledge of the main foundations of decentralization and the applications support itsupports, is thus coherent with the objectives set forth in the previous point.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos fundamentais de sistemas descentralizados e subjacente suporte criptográfico são introduzidos através de metodologia expositiva, privilegiando de seguida a utilização de métodos exploratórios na análise de algoritmos descentralizados e sua utilização em mecanismos de consenso. Finalmente é utilizada a auto-aprendizagem na realização de protótipos baseados nos modelos abordados. A implementação é realizada em computadores

configurados em rede independente, utilizando plataformas de descentralizadas representativas do estado da arte. A aprendizagem tem igualmente uma forte componente de pesquisa individual realizada pelos alunos, complementada por apresentações individuais dos temas abordados, através da análise de literatura fornecida em bibliografia. A avaliação é constituída por uma apresentação individual (40%) e um projecto de grupo de no máximo 2 alunos (60%) avaliado individualmente. A aprovação é obtida com uma nota mínima de 10 valores na média das duas componentes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The fundamental concepts of decentralized systems and underlying cryptographic support are introduced through expository methodology and following exploratory methods for the analysis of decentralized algorithms and their usage in consensus mechanisms. Finally self-learning is used for the implementation of examples based on the models addressed. Implementation is performed on independent computing networks, using state-of-the art decentralized platforms. Learning has also a strong component of research work, complemented by individual presentations of the topics covered, through the analysis of bibliography literature.

The assessment consists of an individual presentation (40%) and a project group of 2 students max. (60%), that will be evaluated individually. Approval is obtained with a minimum score of 10 on the weighted average results of the two components.

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

Nesta unidade curricular o ensino é realizado através de aulas teórico-práticas, o que permite utilizar, por um lado, metodologias expositivas na apresentação dos princípios fundamentais dos sistemas descentralizados e por outro, metodologias exploratórias baseadas em pesquisa e descoberta, para promover a aquisição efectiva de conhecimentos sobre as formas como esses princípios podem ser utilizados para garantir consenso e privacidade. O ensino é complementado por actividades de auto-aprendizagem em que os candidatos são encorajados a explorar aspectos que os motivem na área da cripto-economia. Por outro lado, a realização de apresentações individuais promove a atitude crítica e avaliação por pares relativamente aos conhecimentos adquiridos. Desta forma, as metodologias utilizadas enquadram-se nos objectivos enunciados para esta unidade curricular.

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

In this curricular unit the teaching is carried out through theoretical-practical classes, which allows, on the one hand, expository methodologies in the presentation of the fundamental principles of the subject addressed and on the other, exploratory methodologies based on research and discovery, to promote the effective acquisition knowledge of how these principles can be used in real-life application examples. Teaching is complemented by self-learning activities in which candidates are encouraged to explore aspects that motivate them in the area of crypto-economics. On the other hand, individual presentations promote the critical attitude and peer evaluation of the acquired knowledge. In this way, the methodologies used fit the objectives set out for this curricular unit.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books:

“Distributed Systems” (3rd Edition), by van Steen, M. & Tanenbaum, A., Ed. CreateSpace Independent Publishing Platform; February 1, 2017; ISBN: 1543057381.

“Mastering Ethereum”, by A. M. Antonopoulos, G. Wood, Ed. O’reilly; 1st edition January, 2019; ISBN: 9781491971949

“Blocks and Chains: Introduction to Bitcoin, Cryptocurrencies, and Their Consensus Mechanisms” (1st Edition), by A. Judmayer, N. Stifter, K. Krombholz, Edgar Weippl, Ed. M&C Publishers, 2017; ISBN: 9781627057165

“Blockchain: Blueprint for a New Economy” (1st edition), by M. Swan, Ed. O’Reilly, 2015; ISBN: 978-1491920497

Paper:

G. Zyskind, et al., “Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data,” 2015 IEEE Security and Privacy Workshops, San Jose, CA, 2015, pp. 180-184. <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>

Related Link:

Vitalik Buterin, Ethereum, “The Meaning of Decentralization”, Medium post, February 2017, <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274>

Anexo II - Gestão de Identidade Descentralizada

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Identidade Descentralizada

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Decentralized Identity Management

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI / CE

9.4.1.3. Duração:

semestral / semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

196

9.4.1.5. Horas de contacto:

30

9.4.1.6. ECTS:

7

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*José Luís de Azevedo Quintino Rogado (20h)***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***José Carlos dos Santos Guerreiro Faisca (10h)***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo desta UC é apresentar os princípios que permitem estabelecer relações de confiança entre aplicações em contextos distribuídos e potencialmente inseguros, que levaram a uma modificação importante das tecnologias de Gestão de Identidade, Autenticação e Autorização, permitindo uma gestão federada dos perfis de utilizadores e das políticas de acesso.

No final da cadeira, os estudantes deverão:

- *Identificar os diversos componentes de um sistema de Gestão de Identidade;*
- *Conhecer as tecnologias nas quais se baseiam as infra-estruturas de Autenticação e Autorização*
- *Identificar as formas de propagação de confiança entre os diversos intervenientes*
- *Entender os princípios da gestão de identidade descentralizada e conhecer as implementações mais recentes*
- *Saber utilizar os conceitos adquiridos em actividades profissionais ou académicas, realizando implementações ou projectos de I&D ligados à Gestão de Identidade em ambientes de computação em rede.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The purpose of this course is to present the principles for establishing trust relationships between applications in distributed and potentially unsafe environments, leading to an important modification of the technologies for Identity, Authentication and Authorization Management, allowing a federative aggregation of user profiles, attributes and access policies.

At the end of the Course, students should:

- *Identify the various components of an Identity Management System*
- *Understand the security technologies on which Authentication and Authorization infrastructure rely*
- *Identify ways to propagate trust among the various stakeholders of a access transaction*
- *Understand the principles of decentralized identity management and be familiar with its the current main implementations*
- *Use the concepts acquired in the course in their professional or academic activities, implementing or participating in R&D projects in the area of Identity Management in network computing environments.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução**

Necessidades, Objectivos e Evolução

Identificação e Autenticação: factores de autenticação, contextos de segurança

Infra-estruturas de Autenticação e Autorização

2. Modelos de Gestão de Identidade (IdM)

Evolução da Gestão de Identidade

Autorização e Controle de Acessos: políticas, modelos e mecanismos

Modelos locais, em rede, federados e globais

3. Modelos de Confiança

Confiança Baseada em Terceiros

Confiança Implícita: Kerberos

Confiança Explícita: PKI

Web-of-trust, reputação e comunidades de confiança

Federativo: necessidades, requisitos e implementação

4. Tecnologias de Suporte à Federação

XML Security: XML encryption, XML Signature

SAML: Profiles, Bindings, Assertions

JSON Web Tokens (JWT): formato e utilização

5. Modelos e Plataformas de Autenticação
Shibboleth: o modelo Federativo
OpenID Connect e OAuth2: autenticação centrada no utilizador
WebId e Solid: a Web Semântica e Descentralizada
UPort e Sovrin; IdM Auto-soberana e descentralizada

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction
Needs, objectives and evolution
Identification and Authentication: authentication factors, security contexts
Authentication & Authorization Infrastructures
2. Models of Identity Management (IdM)
Evolution of Identity Management models
Authorization and Access Control: Policies, models and mechanisms
Local models, networking, federal and global
3. Models of Trust
Trusted Third Party
Implicit Trust: Kerberos
Explicit Trust: PKI
Web-of-trust, reputation and community trust
Federation: needs, requirements and implementation
4. Technology Support for Federation
XML Security: XML encryption, XML Signature
SAML Profiles, Bindings, Assertions
JSON Web Tokens (JWT): format and usage
5. Authentication Models and Platforms
Shibboleth: the federative model
OpenID, OAuth: user centric authentication
WebId e Solid: the Semantic and Decentralized Web
UPort e Sovrin; Self-sovereign and decentralized IdM

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

Para a utilização de serviços na Web, componente essencial do paradigma de computação na nuvem, importa garantir que o acesso à informação é realizado de forma segura, por entidades autenticadas e dispo de autorização para as operações pretendidas. Esta necessidade é comum a ambientes institucionais e a utilizadores individuais, razão pela qual a gestão de identidade, presente na maioria das infra-estruturas corporativas de grandes dimensões, tem evoluído para uma gestão de identidade centrada no utilizador. O conteúdo programático desta UC, propõe uma abordagem dos principais conceitos e tecnologias associados à criação de infra-estruturas de autenticação e autorização clássicos e dos novos métodos e protocolos de propagação de confiança que permitem a sua extensão a ambientes distribuídos e inseguros, garantindo acessos autenticados, seguros e controlados, entre organismos cooperantes ou áreas privadas pessoais de um mesmo utilizador, tal como explicitado nos objetivos da UC.

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

In order to access services in the web, an essential component of the cloud computing paradigm, it must be assured that access to information is performed securely by authenticated entities that have authorization for the operations requested. This need is common to institutional environments and individual users, and explains why identity management, which is present in most of large enterprise infrastructures, has evolved to the concept of user centric identity management. The syllabus of this course starts with an approach of the key concepts and technologies needed associated for building traditional infrastructure authentication and authorization, and explores new methods and protocols for trust propagation that allow its extension to distributed and insecure environments, allowing secure, authenticated and controlled access between cooperating entities, or between personal private areas of the same user, as proposed in the course objectives.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC utiliza uma abordagem expositiva dos fundamentos e tecnologias da área da Segurança e Gestão de Identidade, apresentando as recentes evoluções que permitem o suporte de Ambientes Federados e Globais. Esta é complementada por uma forte componente exploratória baseada em pesquisa realizada individualmente pelos alunos, promovida através do estudo e apresentação de temas inseridos no programa da cadeira ou possivelmente mais avançados. A componente prática promove uma abordagem participativa, baseada em auto-aprendizagem ou aprendizagem por pares concretizada pela realização da implementação de um caso de uso real, através da qual os candidatos adquirem competências profissionalizantes nas tecnologias abordadas. A avaliação é constituída pela realização de uma apresentação (40%) e realização de um projecto (60%). A aprovação na cadeira é obtida com uma nota mínima de 10 valores na média ponderada das duas componentes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course uses an expository approach of the fundamentals and technologies in the area of Security and Identity Management, presenting recent developments that support Federated and Global Environments. This is complemented by a strong exploratory-based component, conducted individually by students, that is promoted through the study and presentation of themes included in the course syllabus or possibly more advanced. The practical component promotes a participatory approach, based on self or peer learning, achieved by implementing a real use case, through which candidates acquire professional skills in the technologies addressed.

The assessment consists of a presentation (40%) and a project (60%). The approval is obtained in the course with a minimum score of 10 on the weighted average values of the two components.

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

Nesta unidade curricular o ensino é realizado através de aulas teórico-práticas, o que permite utilizar, por um lado, metodologias expositivas na apresentação dos princípios fundamentais dos Sistemas de Gestão de Identidade e a sua evolução recente em torno do conceito de Gestão de Identidade centrada no Utilizador. Por outro, são utilizadas metodologias exploratórias baseadas em pesquisa e descoberta, para promover a aquisição efectiva de competências sobre as formas como esses princípios podem ser utilizados para implementar sistemas federados que permitem utilizar uma autenticação única para aceder de forma segura vários recursos em contextos distribuídos. O ensino é complementado por sessões de auto-aprendizagem em que os candidatos adquirem o domínio de tecnologias utilizadas na implementação das plataformas de gestão de identidade actuais. Por outro lado, a realização de apresentações individuais promove a atitude crítica e avaliação por pares relativamente aos conhecimentos adquiridos. Desta forma, as metodologias utilizadas enquadram-se nos objectivos enunciados para esta Unidade Curricular.

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

In this course, teaching is performed in theoretical-practical classes, which allows, on one hand, the usage of expository methodologies to present the fundamental principles of Identity Management and its recent evolution towards the concept of User Centric Identity Management. On the other hand, the usage of exploratory methodologies based on research and discovery, allow the acquisition of competencies to use these principles to implement federated systems allowing a single authentication to securely access various resources in distributed environments. Teaching is complemented by self-learning sessions where candidates learn how to master the platforms and technologies used in the development of the most recent identity management systems. Besides, performing individual presentations promotes a critical attitude and the opportunity for peer reviewing with respect to the knowledge acquired. Therefore, the teaching methodologies used address all the objectives stated for this course.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M. Laurent, S. Bouzefrane, "Digital Identity Management", 2015, Ed. ISTE Press - Elsevier, ISBN-10: 1785480049.

K. Takahashi, "Identity Management: Concepts, Technologies, and Systems", 2011, Ed. Artech House, ISBN-10: 1608070395

D. Yip, G. Williamson, K. Spaulding, I. Sharni, "Identity Management: A Primer", 2009, Ed. MC Press, ISBN: 9781583470930

M. Benantar, "Access Control Systems: Security, Identity Management and Trust Models", 2005, Ed. Springer-Verlag New York Inc., ISBN-10: 0387004459

Suggested reading:

*P. Dunphy, F. Petitcolas, "A First Look at Identity Management Schemes on the Blockchain", 2018, IEEE Security and Privacy Magazine special issue on "Blockchain Security and Privacy". DOI:10.1109/MSP.2018.3111247
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1801/1801.03294.pdf>*

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - Pedro Arroz Correia Bonifácio Serra

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Pedro Arroz Correia Bonifácio Serra

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Pedro Alexandre Reis Sá da Costa

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Pedro Alexandre Reis Sá da Costa

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Jorge Manuel Vareda Gomes

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Vareda Gomes

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - JOSÉ CARLOS DOS SANTOS GUERREIRO FAÍSCA

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

JOSÉ CARLOS DOS SANTOS GUERREIRO FAÍSCA

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)