

NCE/19/1900068 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Instituto Politécnico De Lisboa

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

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

Instituto Superior De Engenharia De Lisboa

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Matemática Aplicada para a Indústria

1.3. Study programme:

Applied Mathematics for Industry

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Matemática

1.5. Main scientific area of the study programme:

Mathematics

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

460

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

480

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

520

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

120

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

2 anos (4 semestres)

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

2 years (4 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

1.10. Condições específicas de ingresso.

Licenciatura em Matemática, Informática, Física, ou áreas afins.

1.10. Specific entry requirements.

Degree in Mathematics, Computing, Physics, or related areas.

1.11. Regime de funcionamento.

Pós Laboral

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1959-007 Lisboa, Portugal

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1959-007 Lisboa, Portugal

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

[1.13._A15._CTC_Reg. de Creditaçãoonov2015_DR.pdf](#)

1.14. Observações:

Com vista a uma melhor compreensão dos quadros do Item 4.3, indicamos aqui a estrutura do curso. A estrutura do curso, nos primeiros dois semestres, prevê um núcleo de quatro unidades curriculares obrigatórias (duas por semestre) com o objetivo de fornecer conhecimentos sólidos de grafos e redes, otimização e os principais conceitos estatísticos envolvidos na ciência de dados. Apresenta depois uma primeira coroa, designada no plano de estudos como Opção Grupo 1, com mais cinco unidades curriculares em que os alunos, escolhendo obrigatoriamente duas destas (uma por semestre), podem optar por adquirir conhecimentos de equações diferenciais parciais, criptografia, teoria dos códigos ou simulação estocástica. Prevê ainda uma segunda coroa, designada no plano de estudos como Opção Grupo 2, em que os alunos podem optar livremente por adquirir conhecimentos lecionados em unidades curriculares (duas por semestre) já existentes em segundos ciclos ministrados no ISEL, ou outras criadas especificamente para este ciclo de estudos, permitindo assim a cada aluno construir progressivamente o seu próprio perfil de conhecimentos a partir de uma base sólida comum.

No terceiro semestre funcionam, em regime obrigatório, uma unidade curricular de seminário de modelação matemática e outra de projeto em matemática aplicada para a indústria. No seminário os alunos numa primeira fase estudarão exemplos já tratados e, numa segunda fase, trabalharão sobre problemas apresentados pelas empresas parceiras; privilegia-se a criação de grupos de trabalho para apresentação de propostas de abordagem, e possivelmente resolução de alguns desses problemas, catalisando desta forma o desenvolvimento de competências ao nível da modelação matemática. No projeto os alunos elaboram um plano alargado de Trabalho Final de Mestrado onde seja contextualizado o tema a desenvolver, a respetiva relevância e motivação da escolha e onde sejam indicados os objetivos (gerais e específicos) e apresentada a bibliografia de referência. Ainda neste terceiro semestre, os alunos têm de escolher uma unidade curricular da área de Ciências Sociais, Jurídicas e Artísticas, designada no plano de estudos como Opção Grupo 3, e duas unidades curriculares do leque geral de opções (Grupo 2) já referido.

Uma descrição das unidades curriculares opcionais dos Grupos 1, 2 e 3 encontra-se no item 4.7. O curso culmina com a realização de uma dissertação ou estágio. No caso da opção pela dissertação, espera-se o aprofundamento de competências de modelação matemática e abordagem teórica, compatíveis com o meio académico e com a iniciação à investigação científica. No caso do estágio, para além de competências de modelação matemática, espera-se o desenvolvimento de capacidades de trabalho em ambiente multidisciplinar. Cumulativamente, em qualquer dos âmbitos, devem ser ainda aperfeiçoadas as competências de comunicação (interpretação de problemas e apresentação de resultados).

1.14. Observations:

For a better understanding of the tables in Item 4.3, we now underline the course structure. In the first two semesters, a core of four compulsory curricular units (two per semester) are included, aiming to provide solid knowledge of graphs and networks, optimization and the main statistical concepts

involved in data science. It then features a first lot, named in the study plan as Group 1 Option, with five more curricular units in which students, having to select two of them (one per semester), may choose to acquire knowledge of partial differential equations, cryptography, code theory or stochastic simulation. It also features a second lot, named in the study plan as Group 2 Option, in which students can freely choose to acquire knowledge taught in curricular units (two per semester) available on other master degrees at ISEL, or some created specifically for this proposal, thus allowing each student to progressively build his or her own knowledge profile from a common solid foundation.

In the third semester, there are two compulsory curricular units: a mathematical modelling seminar and a project in applied mathematics for industry. In the seminar, in a first phase, students will look at examples already known and, in a second phase, they will work on problems presented by the partner companies; the focus is on the creation of working groups to develop angles of approaching these problems, and possibly to solve some of them, thus catalyzing the development of skills in mathematical modeling. In the project the students elaborate an extended plan of the Master's Final Assignment in which they contextualize the theme to be developed, its relevance and motivation, and where the objectives (general and specific) are indicated and the reference bibliography is presented. Still in this third semester, students have to choose a curricular unit in the area of Social, Legal and Artistic Sciences, named in the study plan as Group 3 Option, and two curricular units from the general range of options (Group 2) already mentioned.

A description of the optional curricular units of Groups 1, 2 and 3 can be found on item 4.7.

The course culminates with the completion of a dissertation or internship. In the case of a dissertation, it is expected the deepening of mathematical modeling skills and theoretical approach, compatible with the academic environment and with the initiation to scientific research. In the case of an internship, in addition to mathematical modeling skills, the development of working skills in a multidisciplinary environment is expected. Additionally, in either option, communication skills (problem interpretation and presentation of results) should be further improved.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho de Gestão

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Gestão

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

[2.1.2._extrato ata CG_compressed \(1\).pdf](#)

Mapa I - Conselho Técnico-Científico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Técnico-Científico

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

[2.1.2._excerto ata plenário ctc 11_6_2019 MMAI.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico

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

[2.1.2._Extrato da ata Pedagógico.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O principal objetivo é formar profissionais com o nível de qualificação: Ensino Superior Politécnico; Mestre; Nível 7 do European Qualifications Framework; Nível 5A do International Standard Classification of Education, 1997, aprovada pela 29ª Conferência Geral da UNESCO, 1997.

Com uma formação de 2 anos, segundo ciclo, na área da Matemática, o mestre em Matemática Aplicada para a Indústria deverá possuir uma base de conhecimentos sólida e as capacidades para aplicar a

matemática a uma grande variedade de problemas oriundos da indústria e das tecnologias, integrando métodos analíticos, numéricos e estatísticos.

O curso foi concebido de modo que a dissertação possa ser substituída por um estágio em empresas/instituições, ao abrigo de protocolos celebrados com o ISEL.

Esta estratégia segue a orientação do ensino politécnico pela aplicação e desenvolvimento do saber e pela compreensão e solução de problemas.

3.1. The study programme's generic objectives:

The main objective is to train professionals with the qualification level: Polytechnic Higher Education; Master; Level 7 of the European Qualifications Framework; Level 5A of the International Standard Classification of Education, 1997, approved by the 29th UNESCO General Conference, 1997.

With a 2 year training in Mathematics, the holder of a master's degree in Applied Mathematics for Industry should have solid knowledge and skills to apply mathematics in a wide range of industrial and technological problems, combining analytical, numerical and statistical methods.

The course has been designed so that the dissertation can be replaced by an internship in companies/institutions, under protocols signed with ISEL.

This strategy follows the guidelines of polytechnic education for the application and development of knowledge, as well as for problem understanding and solving.

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

O curso foi concebido de modo que os alunos possam construir o seu próprio perfil de conhecimentos a partir de uma base sólida comum, composta por: grafos e redes, otimização, estatística, métodos analíticos e numéricos para equações diferenciais parciais, criptografia, teoria de códigos e simulação estocástica. Seguidamente terão à sua disposição um leque de unidades curriculares opcionais onde podem adquirir conhecimentos de sistemas dinâmicos, processamento de imagem, aprendizagem automática, mineração de dados, programação, segurança informática, inteligência artificial, e outras áreas estudadas em disciplinas já existentes no ISEL.

Devem desenvolver fortes competências de modelação matemática e resolução de problemas, através dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, do treino no seminário de modelação, e na dissertação/estágio.

Finalmente espera-se o desenvolvimento de competências de comunicação e capacidade de trabalho em ambiente multidisciplinar.

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

The course is designed so that students can build their own knowledge profile from a common solid foundation consisting of: graphs and networks, optimization, statistics, analytical and numerical methods for partial differential equations, cryptography, code theory and stochastic simulation. Students will then have at their disposal a range of optional curricular units where they can acquire knowledge of dynamic systems, image processing, machine learning, data mining, programming, computer security, artificial intelligence, and other areas studied in existing master degrees at ISEL.

Strong mathematical modeling and problem solving skills should be developed through the acquired knowledge along the course, from the training in the modeling seminar, and in the dissertation / internship. Finally, the development of communication and working skills in a multidisciplinary environment is expected.

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

O Instituto Politécnico de Lisboa (IPL) tem como missão produzir, ensinar e divulgar conhecimento, bem como prestar serviços à comunidade, contribuindo para a sua consolidação como instituição de referência nos planos nacional e internacional. Em particular o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), enquanto centro de criação, transmissão e difusão da ciência, tecnologia e cultura, tem como missão o estudo, a docência, a investigação e a prestação de serviços no âmbito das Ciências e Tecnologias, contribuindo para a sua qualidade e inovação.

Entre os objetivos estratégicos constantes no plano de Desenvolvimento Plurianual do ISEL para 2016-2018, contam-se estruturar e potenciar a oferta formativa da instituição, articulando adequadamente as valências do corpo docente com as solicitações da sociedade, para afirmar o ISEL como escola de referência no ensino superior de tecnologias e engenharia. Neste âmbito, a criação do novo Mestrado em Matemática Aplicada para a Indústria enquadra-se assim nestas ações estratégicas, dinamiza e fortalece a oferta formativa do ISEL e potencia a interdisciplinaridade na instituição, colocando-a ao serviço da sociedade e acompanhando as necessidades do mercado de trabalho ao articular várias áreas do conhecimento.

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

The Polytechnic Institute of Lisbon (IPL) has the mission of producing, teaching and disseminating knowledge, as well as providing services to the community, contributing to its consolidation as a reference institution at national and international levels. In particular, the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

(ISEL), as a center for the creation, transmission and dissemination of science, technology and culture, has as its mission the study, teaching, research and provision of services in the field of science and technology, contributing to its quality and innovation.

Among the strategic objectives contained in ISEL's Multiannual Development Plan for 2016-2018, are structuring and enhancing the institution's educational offer, adequately articulating the teaching staff capabilities with society's requests, to affirm ISEL as a reference school on higher education in technology and engineering. In this context, the creation of the new Master in Applied Mathematics for Industry fits in with these strategic actions, streamlines and strengthens ISEL's educational offer and enhances interdisciplinarity in the institution, placing it at the service of society and following market needs by articulating various areas of knowledge.

4. Desenvolvimento curricular

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

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

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura:	Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:
Não aplicável.	Not applicable.

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

Mapa II - Não aplicável

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

Não aplicável

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

Not applicable

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Matemática / Mathematics	MAT	78	0	Ver item 4.7 / See item 4.7
Ciências da Engenharia / Engineering Sciences	CE	0	0	Ver item 4.7 / See item 4.7
Ciências Sociais, Jurídicas e Artísticas / Social, Legal and Artistic Sciences	OUT	6	0	Ver item 4.7 / See item 4.7
(3 Items)		84	0	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Não aplicável - 1º Ano/1º Semestre - 1st Year/1st Semester

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

Não aplicável

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

*Not applicable***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano/1º Semestre - 1st Year/1st Semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Técnicas Estatísticas para Análise de Mineração de Dados / Statistical Techniques for Data Mining Analysis	MAT	Semestral/Semiannual	162	TP - 45; PL - 22,5; OT - 5	6	
Grafos e Redes / Graphs and Networks	MAT	Semestral/Semiannual	162	T - 37,5; TP - 30	6	
Opção Grupo 1A / Group 1A Option	MAT	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 2C / Group 2C Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 2D / Group 2D Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
(5 Items)						

Mapa III - Não aplicável - 1º Ano/2º Semestre - 1st Year/2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Não aplicável***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Not applicable***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano/2º Semestre - 1st Year/2nd Semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Estatísticos Avançados / Advanced Statistical Models	MAT	Semestral/Semiannual	162	TP - 45; PL - 22,5; OT - 5	6	
Complementos de Otimização / Complementary Topics on Optimization	MAT	Semestral/Semiannual	162	TP - 67,5	6	
Opção Grupo 1B / Group 1B Option	MAT	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 2E / Group 2E Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 2F / Group 2F Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)

(5 Items)

Mapa III - Não aplicável - 2º Ano/1º Semestre - 2nd Year/1st Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Não aplicável***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Not applicable***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano/1º Semestre - 2nd Year/1st Semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário de Modelação Matemática / Mathematical Modelling Seminar	MAT	Semestral/Semiannual	162	TP - 45; S - 22,5; OT - 30	6	
Projeto em Matemática Aplicada para a Indústria / Project in Applied Mathematics for Industry	MAT	Semestral/Semiannual	162	TP - 15; S - 30; OT - 30	6	
Opção Grupo 2G / Group 2G Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 2H / Group 2H Option	MAT / CE	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)
Opção Grupo 3 / Group 3 Option	OUT	Semestral/Semiannual	162	67,5	6	Optativa (ver item 4.7) / Optional (see item 4.7)

(5 Items)

Mapa III - Não aplicável - 2º Ano/2º Semestre - 2nd Year/2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Não aplicável***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Not applicable***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano/2º Semestre - 2nd Year/2nd Semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação ou Estágio de Natureza Profissional / Dissertation or Internship	MAT	Semestral/Semiannual	810	OT - 162	30	

(1 Item)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Grafos e Redes

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Grafos e Redes

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Graphs and Networks

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 37.5; TP - 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Leonel Linhares da Rocha - 33.75h

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

Sonia Raquel Ferreira Carvalho - 33.75h

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

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

- 1. Identificar e utilizar conceitos e fundamentos sobre teoria de grafos;*
- 2. Interpretar e resolver problemas clássicos de redes e fluxos, com aplicações às redes de comunicação;*
- 3. Representar redes, determinar estatísticas de distâncias e coeficiente de clustering;*
- 4. Analisar a centralidade de uma rede;*
- 5. Caracterizar redes aleatórias: clássicas (Erdős-Rényi), pequeno mundo (Watts-Strogatz) e livres de escala (Barabasi-Albert);*
- 6. Aplicar os conceitos abordados na unidade curricular à análise de redes sociais.*

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

The students that are approved in this curricular unit should be able to:

- 1. Identify and use general concepts and fundamentals on graph theory;*
- 2. Understand and solve classical problems on networks and flows, in particular in communication networks;*
- 3. Represent networks and compute the distance statistics and clustering coefficient of a network;*
- 4. Analyze the network centrality;*
- 5. Characterize random networks: classical (Erdős-Rényi), small world (Watts-Strogatz) and scale-free (Barabasi-Albert);*
- 6. Apply the concepts learned in this unit to analyze social networks.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Generalidades sobre teoria de grafos*

Fundamentos: grafos orientados e não orientados; grafos etiquetados e não etiquetados; métrica;

subgrafos*Distância e conexidade: grafos conexos, componentes conexas; grafos fortemente conexos**Isomorfismos, invariantes e teoria espectral**Árvores: propriedades e terminologia; redes de transportes; árvores como estruturas de dados***2. Redes e fluxos***Fluxo máximo**Fluxo de custo mínimo**Redes de comunicação***3. Análise de redes***Representação de redes**Grau: distribuição e correlações**Estatísticas de distâncias**Coeficiente de clustering : local e global**Centralidade***4. Redes aleatórias***Redes aleatórias clássicas (Erdős-Rényi): distribuição de graus; métricas para grafos aleatórios**Redes pequeno mundo (Watts-Strogatz)**Redes livres de escala (Barabasi-Albert)***5. Redes sociais***Contexto histórico e exemplos**Centralidade e prestígio; equilíbrio estrutural; subgrupos coesivos; redes de afiliação**Equivalência estrutural, automórfica e regular***4.4.5. Syllabus:****1. Introduction to graph theory***General concepts: graphs and directed graphs; weighted and non-weighted graphs; metrics; subgraphs**Distance and connectivity: connected graphs, clusters; connectivity for directed graphs**Invariants and isomorphisms, spectral graph theory**Trees: fundamentals; trees and transportation networks; trees as data structures; spanning trees***2. Networks and flows***Maximum flows**Minimum cost flows**Communication networks***3. Network analysis***Network representations**Vertex degrees: degree distribution; degree correlations**Distance statistics**Clustering coefficient**Centrality***4. Random networks***Classical random networks (Erdős-Rényi): degree distribution; metrics on random graphs**Small worlds networks (Watts-Strogatz)**Scale-free networks (Barabasi-Albert)***5. Social networks***Historical background and examples**Centrality and prestige; structural balance; cohesive subgroups; affiliation networks**Equivalence: structural, automorphic and regular***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos são coerentes com os objetivos da unidade curricular, atendendo a que:**O ponto 1 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 1 dos objetivos de aprendizagem;**O ponto 2 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 2 dos objetivos de aprendizagem;**O ponto 3 dos conteúdos programáticos pretende concretizar os pontos 3 e 4 dos objetivos de aprendizagem;**O ponto 4 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 5 dos objetivos de aprendizagem;**O ponto 5 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 6 dos objetivos de aprendizagem.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The coherence of syllabus with curricular unit's goals is assured because:
 Topic 1 of syllabus implements point 1 of the intended learning outcomes;
 Topic 2 of syllabus implements point 2 of the intended learning outcomes;
 Topic 3 of syllabus implements points 3 and 4 of the intended learning outcomes;
 Topic 4 of syllabus implements point 5 of the intended learning outcomes;
 Topic 5 of syllabus implements point 6 of the intended learning outcomes.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino teórico e prático, de 45 aulas/semestre, correspondentes a 67,5 horas de contacto. O tempo total de trabalho do aluno é de 162 horas. Utiliza-se metodologia expositiva para apresentação da matéria. Os alunos consolidam conhecimentos resolvendo exercícios que constam na bibliografia e que são fornecidos pelos docentes.

A avaliação é feita por exame, com duração de 2h30m, e com aprovação com nota maior ou igual a 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching is both theoretical and practical, with 45 classes/semester, corresponding to 67.5 contact hours. Total work time of a student is about 162 hours. An expository methodology is used for the theoretical component. Students consolidate the acquired knowledge by solving exercises proposed by the teachers.

Assessment by exam, 2.5 hours, calls for a mark of 10 or more points.

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

As metodologias de ensino são coerentes com os objetivos da unidade curricular uma vez que, à exposição teórica e formal dos conceitos, se associa a sua concretização em contexto real. A exemplificação com problemas no âmbito dos diversos tipos de redes permite aos alunos perceber onde e como aplicar os conhecimentos adquiridos em situações reais. A bibliografia e os materiais de apoio disponibilizados, pela sua organização, conteúdo e diversidade, possibilitam ao aluno acompanhar convenientemente todos os tópicos da matéria e são um valioso instrumento de estudo individual.

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

Coherence of teaching methodologies with the intended learning outcomes is assured, as formal and theoretical concepts are associated with their realization in a real life context. Examples and exercises in the field of networks allow students to understand where and how to apply the acquired knowledge to real situations. The references and the material provided, due to their organization, contents and diversity, allow students to conveniently follow all syllabus topics, constituting a valuable individual study instrument.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. L. Barabasi, M. Pósfai, *Network Science*, Cambridge University Press, 2016
2. B. Bollobás, *Random Graphs*, Cambridge University Press, 2001
3. D. M. Cardoso, J. Szymanski, M. Rostami, *Matemática Discreta: combinatória, teoria dos grafos e algoritmos*, Escolar Editora, 2008
4. V. Latora, V. Nicosia, G. Russo, *Complex Networks: principles, methods and applications*, Cambridge University Press, 2017
5. M. Newman, *Networks: an introduction*, Oxford University Press, 2010
6. K. H. Rosen, *Handbook of Discrete and Combinatorial Mathematics*, Taylor & Francis Ltd, 2017

Mapa IV - Aplicações com Equações às Derivadas Parciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aplicações com Equações às Derivadas Parciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Partial Differential Equations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 67.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Tiago Gorjão Clara Charters de Azevedo - 45h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Isabel Esteves Coelho - 22.5h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Após aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:*

- 1. modelar e formular problemas matemáticos dependentes continuamente de várias variáveis, usualmente tempo e espaço;*
- 2. compreender quais os requisitos essenciais na formulação de um problema bem-posto, a sua unicidade, estabilidade estrutural face aos dados de input e a (in)previsibilidade inerente à modelação de fenómenos e situações práticas;*
- 3. estar preparado para discutir e analisar modelos mal-postos e bem-postos formulados com equações às derivadas parciais.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*After approval in the curricular unit, the student should have the ability to:*

- 1. model and formulate mathematical problems continuously dependent on several variables, usually time and space;*
- 2. understand the essential requirements in formulating a well-posed problem, its uniqueness, structural stability in relation to input data, and the (in)predictability inherent to the modelling of physical phenomena and practical situations;*
- 3. be prepared to discuss and analyse well-posed and ill-posed models formulated with partial differential equations.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Equações escalares de primeira ordem (problema de Cauchy e características, equações quasi-lineares)*
- 2. Sistemas quasi-lineares de primeira ordem (modelos, problema de Cauchy e características, hiperbolicidade, ondas de choque)*
- 3. Introdução às equações escalares de segunda ordem (problema de Cauchy e características, formas canónicas)*
- 4. Equações hiperbólicas (forma linear, equação de onda, equações de Maxwell)*
- 5. Equações elípticas (modelos: gravitação, transferência de calor, acústica, etc.)*
- 6. Equações parabólicas (modelos lineares de difusão: transferência de massa e calor, probabilidade e finança, etc.)*
- 7. Miscelânea*

4.4.5. Syllabus:

- 1. First order scalar equations (Cauchy problem and characteristics, quasi-linear equations)*
- 2. First order quasilinear systems (models, Cauchy problem and characteristics, hyperbolicity, shock waves)*
- 3. Introduction to second order scalar equations (Cauchy problem and characteristics, canonical forms)*
- 4. Hyperbolic equations (linear form, wave equation, Maxwell equations)*
- 5. Elliptic equations (models: gravitation, heat transfer, acoustics, etc.)*
- 6. Parabolic equations (linear models of diffusion: heat and mass transfer, probability and finance, etc.)*
- 7. Miscellaneous*

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

As equações às derivadas parciais, puras ou aplicadas, têm um papel central nas aplicações em matemática e na construção de modelos na indústria. Aparecem na formulação de problemas em modelos matemáticos que dependem continuamente de várias variáveis, usualmente tempo e espaço.

A universalidade das EDP permite construir uma unidade curricular baseada exclusivamente na formulação e resolução de modelos matemáticos, baseados em problemas reais que vão desde a modelação de fluidos à mecânica de sólidos, ao eletromagnetismo, à probabilidade e modelos financeiros, ou à gravitação. Essa mesma universalidade é expressa na construção e na sucessão dos tópicos dos conteúdos programáticos.

Os objectivos da unidade curricular estão fundados na aplicabilidade destes modelos a casos práticos, fundamentados pelo aumento consistente e progressivo da flexibilidade de software especializado na resolução numérica de EDPs, nomeadamente software livre, e por pedidos da indústria e serviços.

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

Partial differential equations, pure or applied, play a central role in applications in mathematics and industry modelling. They appear on the formulation of problems within mathematical models that are continuously dependent on several variables, usually time and space.

This universality allows the construction of a curricular unit resting exclusively on the formulation and resolution of mathematical models based on real problems, ranging from fluid modelling to solid mechanics, to electromagnetism, to probability and financial models, or to gravitation. This same universality is expressed in the construction of the topics in the syllabus.

The objectives of the curricular unit are based on the applicability of these models to practical cases, grounded by the consistent and progressive increase in flexibility of specialized numerical software for PDEs, namely opensource software, and by industry applications and services.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas é apresentada e fundamentada a teoria, acompanhada com exemplos de aplicação e resolução de exercícios. Algumas aulas são essencialmente práticas, dedicadas à resolução de problemas reais, individualmente ou em grupo.

A resolução de exercícios associados aos conteúdos é implementada computacionalmente usando o software livre mais adequado.

A avaliação de conhecimentos compreende duas vertentes: uma nota da parte prática (NP) e uma nota da parte teórica (NT).

Os alunos desenvolvem um trabalho ao longo do semestre, com apresentação e discussão, da qual resultará a NP, com ponderação de 50% para a nota final (NF). Realizam ainda um exame cujo resultado será a NT, com os restantes 50% da NF da unidade curricular. Para ser aprovado, o aluno deve obter nota mínima de 9,5 valores (NP, NT e NF).

A NF será então obtida através da fórmula $NF = 0,5 NT + 0,5 NP$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical-practical classes the theory is presented and substantiated, supplied with examples of application and resolution of exercises. Some classes are essentially practical, dedicated to solving real problems, individually or in groups.

The resolution of exercises associated with the contents is implemented computationally using the most appropriate free software.

The assessment of knowledge comprises two strands: a note of the practical part (NP) and a note of the theoretical part (NT).

The students perform an assignment during the semester, with presentation and discussion, which will result in NP, with a 50% weighting for the final grade (NF). They also carry out an examination whose result will be NT, the remaining 50% of NF. To be approved, the student must obtain a minimum grade of 9.5 points (NP, NT and NF).

NF will then be obtained by the formula $NF = 0.5 NT + 0.5 NP$.

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

A universalidade das EDP permite construir uma unidade curricular baseada exclusivamente na formulação e resolução de modelos matemáticos baseados em problemas reais que vão deste a modelação de fluidos à mecânica de sólidos, ao eletromagnetismo, à probabilidade e modelos financeiros, ou à gravitação. Essa mesma universalidade é expressa na construção e na sucessão dos tópicos dos conteúdos programáticos assim como na metodologia de ensino proposta.

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

The universality of PDEs allows the construction of a curricular unit based exclusively on the formulation and resolution of mathematical models based on real problems ranging from fluid modelling to solids mechanics, to electromagnetism, to probability and financial models, or to gravitation. This same

universality is expressed in the construction and succession of the topics in the syllabus as well as in the proposed teaching methodology.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. John Ockendon, Sam Howison, Andrew Lacey, Alexander Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford Texts in Applied and Engineering Mathematics, Oxford University Press; Revised edition (August 7, 2003)*
- 2. Sam Howison, Practical Applied Mathematics: Modelling, Analysis, Approximation, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press (2005)*

Mapa IV - Técnicas Estatísticas para Análise de Mineração de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas Estatísticas para Análise de Mineração de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistical Techniques for Data Mining Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 45; PL - 22.5; OT - 5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Sandra Maria da Silva Figueiredo Aleixo - 27h

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

Iola Maria Silvério Pinto - 27h

Gonçalo Caetano Marques - 13.5h

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

Esta UC introduz os algoritmos e métodos estatísticos para mineração de dados. A sua natureza interdisciplinar combina tópicos de estatística, bases de dados e ciência da computação. Os objetivos são:

- 1 Identificar as fases de um projeto de Data Science. Conhecer os conceitos e técnicas estatísticas de aprendizagem automática (AA), exemplificando as suas aplicações e funcionalidades*
- 2 Identificar os vários tipos de dados de input e conhecer os métodos para a sua preparação e pré-processamento, bem como as principais técnicas para transformação e redução da dimensionalidade dos dados*
- 3 Conhecer os fundamentos teóricos matemáticos dos métodos de AA apresentados, saber manuseá-los, bem como identificar e interpretar várias formas e tipos de resultados*
- 4 Avaliar os resultados obtidos com as técnicas de AA, usando e interpretando as medidas de desempenho*
- 5 Usar softwares apropriados para resolver vários desafios*
- 6 Realizar na integra um projeto de Data Science usando metodologias adequadas*

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

This CU introduces statistical data mining algorithms and methodologies. It's interdisciplinary nature combines topics of statistics, databases and computer science. The intended outcomes are:

- 1 To describe the several stages of a Data Science project. To know the concepts and statistical techniques of machine learning (ML), exemplifying its applications and functionalities*
- 2 To identify the several types of input data and to know the methodologies for its preparation and preprocessing, as well as the main techniques for transformation and reduction of data dimensionality*
- 3 To know the mathematical theoretical foundations associated to the ML methods, to know how to handle them, as well as to identify and interpret the several forms and types of results*
- 4 To evaluate the results obtained with the ML techniques, using and interpreting the performance measures*
- 5 Use appropriate software for solving several challenges*
- 6 To complete a Data Science project using appropriate methodologies*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 Introdução. Fases de um projeto de Data Science. Conceitos e ferramentas de mineração de dados e aprendizagem automática. Input: tipos de dados e preparação de dados. Output: tipos de representação*
- 2 Transformações de dados. Métodos de redução de dimensionalidade.*
- 3 Modelos e algoritmos de classificação, regressão e agrupamento*
- 4 Avaliação e comparação de modelos e algoritmos*

4.4.5. Syllabus:

- 1 Introduction. Stages of a Data Science project. Data mining and machine learning concepts and tools. Input: data types and data preparation. Output: types of representation*
- 2 Data transformations. Dimensionality reduction methods*
- 3 Models and algorithms of classification, regression and clustering*
- 4 Evaluation and comparison of models and algorithms*

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

- O ponto 1 dos conteúdos programáticos pretende alcançar os pontos 1 e 2 dos objetivos*
- O ponto 2 dos conteúdos programáticos introduz os conceitos necessários para atingir o ponto 2 dos objetivos*
- O ponto 3 dos conteúdos programáticos pretende alcançar o ponto 3 dos objetivos*
- O ponto 4 dos conteúdos programáticos concentra-se na consolidação dos objetivos 1 e 4*
- Os objetivos referidos no ponto 5 e 6 são alcançados em todos os pontos dos conteúdos programáticos*

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

- Point 1 of the syllabus aims to achieve the points 1 and 2 of the objectives*
- Point 2 of the syllabus introduces the concepts necessary to achieve the point 2 of the objectives*
- Point 3 of the syllabus aims to achieve the point 3 of the objectives*
- Point 4 of the syllabus focus on the consolidation of goals 1 and 4*
- The objectives referred in goals 5 and 6 are achieved throughout all points of the syllabus*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. É utilizada uma metodologia expositiva para a apresentação da matéria teórica, exemplificada com a resolução de exercícios e de problemas concretos, implementada computacionalmente usando softwares adequados, nomeadamente R, WEKA e Python.

A avaliação de conhecimentos compreende duas componentes, uma teórica (NT) e outra prática (NP). A componente teórica é constituída por um exame (nota mínima de 9,5 valores). A componente prática é constituída por um trabalho de grupo (nota mínima de 9,5 valores). Este trabalho será um dos casos de estudo apresentado de entre vários, deve ser desenvolvido ao longo do semestre e deve integrar as várias fases de um projeto de Data Science.

A nota final do aluno (NF) será obtida através da fórmula $NF = 0,4 NT + 0,6 NP$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are theoretical-practical. An expository methodology is used for the presentation of the theoretical matter, exemplified with the resolution of exercises and concrete problems, implemented in a computational way using suitable software, namely, R, WEKA and Python.

The knowledge assessment comprises two components, one theoretical (TG) and another practical (PG). The theoretical component consists of an exam (minimum grade of 9.5 points). The practical component consists of a group work (minimum grade of 9.5 points). This work will be one of the case studies presented among several, it should be developed throughout the semester and it should integrate the various phases of a Data Science project.

The student's final grade (FG) will be obtained through the formula $FG = 0.4 TG + 0.6 PG$.

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

As metodologias de ensino são coerentes com os objetivos da unidade curricular, dado que a metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica possibilita atingir os objetivos da unidade curricular. A utilização de exemplos resolvidos computacionalmente associados aos diversos tópicos do programa, permite dotar os alunos de competências adequadas para a resolução dos desafios colocados pelo tecido empresarial no mercado de trabalho. A elaboração de um projeto completo de Data Science, usando metodologias apropriadas, será uma mais valia para quando os alunos iniciarem a sua atividade profissional.

O método de avaliação permite averiguar se o aluno adquiriu os conhecimentos necessários para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.

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

The teaching methodologies are consistent with the objectives of the curricular unit, given that the expository methodology used to explain the theoretical subject makes it possible to reach the objectives of the curricular unit. The use of computationally solved examples, associated with the various topics of the program allows students to have adequate skills to solve the challenges posed by the labor market. The implementation of a complete Data Science project, using appropriate methodologies, will be an advantage when students begin their professional activity.

The evaluation method allows to verify if the student has acquired the necessary knowledge to reach the objectives proposed in the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1 Bishop, C. M., *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer (2006).

2 Duda, R. O., Hart, P. E. and Stork, D. G., *Pattern Classification*, Wiley (2001).

3 Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J., *The elements of statistical learning*. Springer (2017).

4 Lantz, B., *Machine Learning with R*, Packt (2013).

5 Muller, A. and Guido, S., *Introduction to Machine Learning with Python*, O'Reilly (2017)

6 Murphy, K., *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*, MIT Press (2012).

7 Witten, I. H., Frank, E. and Hall M. A., *Data mining: practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann (2011).

Mapa IV - Criptografia e Teoria de Códigos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Criptografia e Teoria de Códigos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cryptography and Code Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 67.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Teresa Maria de Araújo Melo Quinteiro - 67.5h

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

<sem resposta>

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

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

- 1. Discutir e interpretar os aspectos da Teoria dos Números sobre os quais assentam as técnicas criptográficas modernas;*
- 2. Compreender as técnicas fundamentais da criptografia;*
- 3. Identificar e analisar ameaças genéricas e vulnerabilidades de um sistema;*
- 4. Conhecer exemplos clássicos de códigos corretores de erros clássicos;*
- 5. Reconhecer a importância dos sistemas criptográficos com códigos;*
- 6. Descrever e analisar problemas concretos usando os conceitos estudados.*

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

Students who successfully complete this curricular unit should be able to:

- 1. Interpret and discuss the aspects of Number Theory, of which modern cryptographic techniques are based;*
- 2. Understand the fundamental skills and techniques of cryptography;*
- 3. Identify and analyze generic threats and vulnerabilities of a system;*
- 4. Be familiar with well-known code errors and corrections;*
- 5. Recognize the importance of cryptographic systems with code;*
- 6. Describe and analyze concrete problems using the concepts studied.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Bases matemáticas: Teoria dos Números, álgebra abstrata e curvas elíticas.*

- 2. Criptografia clássica:*

- 2.1 Cifra de César;*
- 2.2 Cifra Afim e criptoanálise da Cifra Afim;*
- 2.3 Cifra de Vigenère e criptoanálise da Cifra de Vigenère.*

- 3. Criptografia com chave pública:*

- 3.1 Sistema RSA;*
- 3.2 Cifra de Rabin;*
- 3.3 Sistema EL Gamal para corpos finitos e para curvas elíticas;*
- 3.4 Segurança e ataques a estes sistemas: testes de primalidade, fatorização e o problema do logaritmo discreto.*

- 4. Teoria dos Códigos:*

- 4.1 Códigos de blocos;*
- 4.2 Códigos de Hamming;*
- 4.3 Códigos de Reed-Salomon;*
- 4.4 Códigos de Goppa.*

- 5. Sistema criptográfico de McEliece: versões e ataques.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Mathematical Foundations: Number Theory, Abstract Algebra and Elliptical Curves.*

- 2. Classical Cryptography:*

- 2.1 Caesar Cipher;*
- 2.2 Affine Cipher and cryptanalysis of the Affine Cipher;*
- 2.3 Vigenère Cipher and cryptanalysis of the Vigenère Cipher.*

- 3. Public Key Encryption:*

- 3.1 RSA system;*
- 3.2 Rabin Cipher;*
- 3.3 ElGamal encryption system for finite fields and elliptic curves;*
- 3.4 Security and attacks on these systems: primality tests, factorization and the discrete logarithm problem.*

- 4. Code Theory:*

- 4.1 Block Codes;
- 4.2 Hamming Codes;
- 4.3 Reed-Salomon Codes;
- 4.4 Goppa Codes.

5. McEliece cryptographic system: versions and attacks.

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

A formação matemática em Teoria dos Números em que assentam as técnicas criptográficas modernas (objetivo 1) está contemplada nos pontos 1, 2 e 3 dos conteúdos programáticos. A apresentação de diferentes métodos criptográficos e dos seus ataques nos pontos 2 e 3 possibilita que o aluno atinja os objetivos de aprendizagem 2 e 3. O objetivo 4 é alcançado no conteúdo programático 4. No ponto 5 os alunos estudam um sistema criptográfico com códigos, sistemas mais promissores numa era pós-quântica, e cumprem o objetivo programático 5. O objetivo 6 é completado usando todos os pontos dos conteúdos programáticos.

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

The mathematical formation of Number Theory on the basis of modern cryptographic techniques (objective 1) is completed by points 1, 2, and 3 of the syllabus. The presentation of different cryptographic methods and their attacks in points 2 and 3 allows the students to met the learning objectives 2 and 3. Objective 4 is completed through the contents of 4. For point 5 the students study a cryptographic system with codes, a more promising type of system in an post-quantum era, and complete objective 5. Objective 6 is completed through every point of the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologia de ensino:

- Aulas teórico-práticas onde são apresentados os temas, fornecidos exemplos de aplicação e resolvidos exercícios.
- Horas de atendimento aos alunos onde são esclarecidas dúvidas.

Avaliação:

A avaliação de conhecimentos é efectuada através de um teste escrito (peso 80%) e um trabalho final (peso 20%). Para obter aprovação à disciplina é necessária uma nota mínima de 9.5 valores no teste escrito e no trabalho final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching Methods:

- Theoretical/practical classes where themes are presented along with application examples and completed exercises.
- Office Hours for students to discuss and clarify their doubts and work through any issues.

Assessment:

The assessment is made through a written test (80%) along with a final project (20%). For approval, the students must get a minimum grade of 9.5 points on both the written test and the final project.

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

Nas aulas teórico-práticas são expostos os conteúdos programáticos e resolvidos problemas práticos onde se aplicam os conceitos estudados a que correspondem os objetivos de aprendizagem de 1 a 6. As horas de atendimento aos alunos complementam o estudo individual clarificando os temas onde surgem dúvidas.

De modo análogo, na avaliação escrita e na discussão do trabalho final são tidos em consideração todos os objetivos de aprendizagem, colocando na avaliação do trabalho final especial ênfase no objetivo de aprendizagem 6.

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

In theoretic-practical classes, the syllabus content is presented and practical problems are solved by applying the studied concepts. This corresponds to the learning outcomes 1 and 6. Office hours complement individual study with clarification of doubts. In addition to these, the written exam and the final project include all the learning objectives, with particular emphasis on learning objective 6 in the evaluation of the final project.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Almeida P., Napp D., "Criptografia e Segurança", Publindústria, 2017.
2. Stinson D.R., "Cryptography - Theory and Practice", 4th Edition, CRC Press, 2018.
3. Hoffstein J., Pipher J. & Silverman J.H., "An Introduction to Mathematical Cryptography", 2nd Edition, Springer, 2014.
4. Koblitz N., "A Course In Number Theory and Cryptography", 2nd Edition, Springer, 1994.
5. Smith R.E., "Internet Cryptography", Addison-Wesley, 1997.
6. Blaum M., "A Course on Error-Correcting Codes", IBM Corp., 1997.
7. Lindt J.H. van, "Introduction to Coding Theory", 3rd Edition, Springer, 1999.
8. Hill R., "A First Course in Coding Theory", Clarendon Press, 1986.

Mapa IV - Modelação Estocástica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação Estocástica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Stochastic Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 67.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Gonçalo Nuno Rosado Morais - 36h

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

Ana Filipa Martinó da Silva Pontes Prior - 31.5h

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

A modelação estocástica está ligada à representação matemática de fenómenos dinâmicos que, para lá de uma componente determinista, contêm uma componente estocástica.

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

1. *Compreender os conceitos fundamentais de teoria da medida e processos estocásticos*
2. *Compreender os conceitos fundamentais associados ao processo de Wiener (movimento browniano);*
3. *Usar a fórmula de Itô e compreender as suas implicações no desenvolvimento da teoria;*
4. *Identificar em que situações é pertinente proceder a uma mudança de medida;*
5. *Decidir, numa situação real, qual o modelo estocástico que melhor se adequa e saber estimar os parâmetros associados;*
6. *Analisar qualitativa e quantitativamente o modelo estocástico;*
7. *Compreender o paralelo entre EDE e equações às derivadas parciais (EDP);*
8. *Realizar simulação estocástica com recurso a software adequado.*

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

The stochastic modelling is linked to the mathematical representation of dynamic phenomena which, beyond the deterministic component, also have a stochastic part.

By successfully completing this curricular unit, the students must be able to:

- 1. Understand the fundamental concepts of measure theory and stochastic processes;*
- 2. Understand the fundamental concepts of Wiener's Process (brownian motion);*
- 3. Use Itô's formula and understand its implications in the development of the theory;*
- 4. Recognize in which situations it is advantageous to change the measure;*
- 5. Make a decision, in a real situation, of which SDE is more suitable for the phenomenon in question and be able to give an estimation of the parameters involved;*
- 6. Make a qualitative and quantitative analysis of the stochastic model;*
- 7. Understand the link between SDE and partial differential equations;*
- 8. Perform computational simulation of the stochastic model.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos fundamentais de processos estocásticos e teoria da medida;*
- 2. O processo de Wiener e respectivas propriedades;*
- 3. Fórmula de Itô;*
- 4. Teorema de Girsanov;*
- 5. Equações diferenciais estocásticas;*
- 6. Métodos de estimação de parâmetros associados a modelos estocásticos;*
- 7. Processos de difusão e representação de Feynman-Kac;*
- 8. Aplicações.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Fundamental concepts of measure theory and stochastic processes;*
- 2. The Wiener process and its properties;*
- 3. Itô's formula;*
- 4. Girsanov theorem;*
- 5. Stochastic differential equations;*
- 6. Estimation of parameters associated to stochastic models;*
- 7. Diffusion processes and Feynman-Kac representation;*
- 8. Applications.*

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

O objectivo 1 é atingido através de uma introdução geral à teoria da medida. Para além disso far-se-á uma revisão geral sobre os conceitos fundamentais dos processos estocásticos, com especial enfoque a tudo o que está directamente relacionado com as EDE.

Os pontos 2,3,4 e 5 estão em exacta conformidade com os objectivos traçados nos pontos 2, 3, 4 e 5 dos objectivos.

O ponto 6 dos objectivos é atingido não só pela teoria fundamental sobre EDE, apresentada no ponto 5 dos conteúdos, mas igualmente com a análise empírica da adequação dos valores dos parâmetros associados ao modelo estocástico apresentada no capítulo 6.

O ponto 7 dos objectivos volta a estar directamente relacionado com o ponto 7 dos conteúdos.

Finalmente, o ponto 8 dos objectivos é alcançado através da análise de exemplos reais e simulação das respectivas soluções nas aplicações, apresentadas no ponto 8 dos conteúdos.

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

The goal 1 is attained through the introduction to measure theory presented in chapter 1. Moreover, the general review of stochastic processes, with a direct focus to the contents of this vast theory with a direct connection to the SDE, is also presented.

There is a direct link between points 2, 3, 4 and 5 of the learning outcomes with the same numbered points in the syllabus.

The point 6 is attained with the results presented in chapter 5 and with empirical analysis of the adequacy of the parameters of the stochastic model presented in chapter 6.

There is a direct link between point 7 of the learning outcomes and the same point of the syllabus.

Finally, point 8 of the learning outcomes is attained through the analysis of the models, with the simulation of the solutions of the model, presented in chapter 8.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas é apresentada e fundamentada a teoria, acompanhada com exemplos de aplicação e resolução de exercícios. Algumas aulas são essencialmente práticas, dedicadas à resolução de problemas reais, individualmente ou em grupo.

A resolução de exercícios associados aos conteúdos é implementada computacionalmente usando o software livre mais adequado.

A avaliação de conhecimentos compreende duas vertentes: uma nota da parte prática (NP) e uma nota da

parte teórica (NT).

Os alunos desenvolvem um trabalho ao longo do semestre, com apresentação e discussão, da qual resultará a NP, com ponderação de 50% para a nota final (NF). Realizam ainda um exame cujo resultado será a NT, com os restantes 50% da NF da unidade curricular. Para ser aprovado, o aluno deve obter nota mínima de oito valores, quer na NP, quer na NT, e de 9,5 na NF.

A NF será então obtida através da fórmula $NF = 0,5 NT + 0,5 NP$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical-practical classes the theory is presented and substantiated, along with examples of application and resolution of exercises. Some classes are essentially practical, dedicated to solving real problems, individually or in groups.

The resolution of exercises associated to the contents is implemented computationally using the most appropriate free software.

The assessment of knowledge comprises two strands: a note of the practical part (NP) and a note of the theoretical part (NT).

The students develop an assignment during the semester, with presentation and discussion, which will result in NP, with a 50% weighting in the final grade (NF). They also carry out an examination whose result will be the NT, with the remaining 50% of the NF of the curricular unit. To be approved, the student must obtain a minimum grade of 8 points, either in NP or in NT, and 9.5 in NF.

The NF will then be obtained by formula $NF = 0.5 NT + 0.5 NP$.

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular, dado que a metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica, possibilita atingir especificamente todos os objetivos da UC. A exemplificação com problemas concretos, permite ao aluno perceber como aplicar a matéria usada em situações reais da sua vida profissional. A metodologia utilizada pretende fornecer conhecimentos para formalizar um problema concreto, escolher os métodos adequados a aplicar e proceder à sua correta implementação. Os cadernos de exercícios disponibilizados, pela sua estrutura, conteúdo e diversidade do grau de dificuldade, permitem ao aluno acompanhar minuciosamente todos os tópicos da matéria e são o principal instrumento do estudo individual. Os exercícios que os constituem são os adequados ao desenvolvimento das capacidades exigidas. Para além da resolução analítica, a resolução de exercícios com recurso à utilização de software livre, possibilita ao aluno apreender o modo real de resolução deste tipo de problemas na sua vida profissional. Os métodos de avaliação permitem averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na UC.

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

The teaching methodologies are in line with the objectives of the curricular unit, given that the expository methodology used to explain the theoretical subjects makes it possible to reach specifically all the objectives of the CU. The exemplification with concrete problems, allows the student to understand how to apply the material used in real situations of his professional life. The methodology used aims to provide knowledge to formalize a concrete problem, to choose the appropriate methods to apply and to proceed with its correct implementation. The exercise book made available, due to its structure, content and diversity of the degree of difficulty, allows the student to follow all topics in detail and are the main instrument of the individual study. The exercises which constitute them are those which are suitable for the development of the required capacities. In addition to the analytical resolution, the resolution of exercises using the use of free software, allows the student to learn the real way of solving this type of problems in their professional life. The evaluation methods allow to verify if the student has acquired enough knowledge to reach the objectives proposed in the CU.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Brzezniak, Z. and Zastawniak, T. (2012). *Basic Stochastic Processes, Corrected edition*. Springer Undergraduate Mathematics Series.
2. Karatzas, I. and Shreve, S. (1988). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Springer, New York.
3. Kloeden, P. E. and Platen, E. (1999). *Numerical Solution to Stochastic Differential Equations*. Springer, New York.
4. Øksendal, B. (2003). *Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications*. Springer, New York, 6th edition.
5. Iacus, S. (2009). *Simulation and Inference for Stochastic Differential Equations: With R Examples*. Springer, New York.

Mapa IV - Complementos de Otimização

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Complementos de Otimização

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Complementary Topics on Optimization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 67.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Firmino Aguilár Madeira - 67.5h

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular oferece ao aluno ferramentas de otimização utilizadas na resolução de problemas reais de logística.

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

- 1. Compreender os conceitos fundamentais da Teoria dos Grafos;*
- 2. Compreender os métodos fundamentais relacionados com Caminhos Ótimos;*
- 3. Saber como e porquê usar programação dinâmica para resolver problemas;*
- 4. Saber como usar métodos de agendamento para agendar um conjunto de tarefas ou atividades de forma apropriada na realização de um projeto específico;*
- 5. Compreender os métodos fundamentais para determinar o Fluxo Máximo de uma Rede;*
- 6. Compreender os métodos fundamentais relacionados com o problema do caixeiro viajante;*
- 7. Compreender os métodos fundamentais relacionados com problemas de transportes e distribuição.*

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

This curricular provides students with optimization tools to solve real logistics problems.

By successfully completing this unit, students should be able to:

- 1. Understand the fundamental concepts of Graph Theory;*
- 2. Understand the fundamental methods related to Optimal Paths;*
- 3. Know how and why to use dynamic programming to solve problems;*
- 4. Know how to use scheduling methods to appropriately schedule a set of tasks or activities for a specific project;*
- 5. Understand the fundamental methods to determine the Maximum Flow in a Network;*
- 6. Understand the fundamental methods related with traveling salesman problems;*
- 7. Understand the fundamental methods related with transport and distribution problems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Elementos da Teoria dos Grafos*
- 2. Caminhos Ótimos*
- 3. Programação Dinâmica*
- 4. Agendamento com PERT e MPM*
- 5. Fluxo Máximo em uma Rede*

6. Ciclos de Hamilton, TSP
7. Transportes e distribuição (VRP)

4.4.5. Syllabus:

1. Elements of Graph Theory
2. Optimal Paths
3. Dynamic Programming
4. Scheduling with PERT and MPM
5. Maximum Flow in a Network
6. Hamilton cycles, TSP
7. Transport and distribution (VRP)

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

O objetivo 1 é atingido através de uma introdução geral à teoria dos grafos. Os pontos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 estão em exacta conformidade com os objetivos traçados nos pontos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dos objetivos.

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

Objective 1 is achieved through a broad introduction to graph theory. Points 2, 3, 4, 5, 6 and 7 are in exact accordance with the same numbered points of the learning outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas, nas quais são resolvidos exercícios que ilustram os conceitos teóricos. É dada especial ênfase a problemas que interligam a modelação de problemas reais e as ferramentas computacionais desenvolvidas para a sua resolução. A avaliação de conhecimentos compreende duas componentes, uma teórica e outra prática. A componente teórica é constituída por 2 testes (nota mínima de 8 valores cada, com média mínima dos dois testes de 9,5 valores) realizados durante o período letivo, ou por um exame (nota mínima de 9,5 valores). A componente prática é constituída por um trabalho (nota mínima de 9,5 valores), de apresentação e discussão obrigatória, com ponderação de 30% na nota final. A nota final do aluno, NF, será obtida através da fórmula $NF = 0,7 NT + 0,3 NP$, onde NT representa a nota da componente teórica e NP a nota da componente prática.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes where exercises are solved to illustrate theoretical concepts. Special emphasis is given to problems that merge the modeling of real problems and the computational tools developed to solve them. The assessment comprises two components, a theoretical one and a practical one. The theoretical component consists of two tests (minimum score of 8 points each, with a minimum 9.5 points average of the two tests) performed during the school term, or by a final exam (minimum of 9.5 points). The practical component consists of a practical work (minimum of 9.5 points), with mandatory presentation and discussion, which represents 30% of the final grade. The student's final grade, NF, is calculated by the formula $NF = 0.7 NT + 0.3 NP$, where NT represents the theoretical grade and NP the practical component grade.

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

As metodologias de ensino são coerentes com os objetivos da unidade curricular uma vez que, à exposição teórica e formal dos conceitos, se associa a sua concretização em contexto real. A exemplificação com problemas de otimização existentes em empresas portuguesas, permite aos alunos perceber a importância do problema e como aplicar os conhecimentos adquiridos em situações da sua vida profissional. As listas de exercícios disponibilizadas, pela sua organização, conteúdo e diversidade, possibilitam ao aluno acompanhar convenientemente todos os tópicos da matéria e são um valioso instrumento de estudo individual. O trabalho final consiste no desenvolvimento de uma aplicação que integra os conhecimentos obtidos ao longo do semestre e resolve o problema de otimização proposto.

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

The teaching methodologies are consistent with the objectives of the curricular unit, since the theoretical and formal presentation of concepts is associated with its implementation in a real context. The usage of existing optimization problems seen in Portuguese companies, allows students to understand the importance of the issues and how to apply the knowledge acquired in order to handle real professional life situations. The organization, content and diversity of the available exercise lists will enable students to conveniently follow all topics on the course and are a valuable self-study instrument. The final assignment consists of developing a program which integrates the knowledge acquired during the semester and that solves the proposed optimization problem.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Optimization Algorithms for Networks and Graphs, 2nd Edition. James Evans. CRC Press, Published March 25, 1992. Textbook - 488 Pages, ISBN 978082478602.*
2. *Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Bernhard Korte, Jens Vygen, Springer 2006.*
3. *Optimization Tools for Logistics, Jean-Michel Réveillac, ISBN: 9780081004821, 2015.*
4. *Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications, Paolo Toth and Daniele Vigo. 2015.*
5. *Graph-related Optimization and Decision Support Systems, Saoussen Krichen, Jouhaina Chaouachi, ISBN: 978-1-848-21743-0, 2014.*
6. *The Logic of Logistics - Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Management, David Simchi-Levi, Xin Chen, Julien Bramel, Springer, 2014.*
7. *Meta-Heuristic and Evolutionary Algorithms for Engineering Optimization, Omid Bozorg, Mohammad Solgi, Hugo A. Loaiciga, Wiley, 2017.*

Mapa IV - Modelos Estatísticos Avançados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelos Estatísticos Avançados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Statistical Models

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 45; PL - 22.5; OT - 5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Iola Maria Silvério Pinto - 9h

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

Alda Cristina Jesus Valentim Nunes de Carvalho - 18h

Ana Alexandra Antunes Figueiredo Martins - 18h

Sandra Maria da Silva Figueiredo Aleixo - 22.5h

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

- 1 *Construir modelos aplicados à resolução de problemas concretos para dados que apresentem dependências no espaço e/ou no tempo;*
- 2 *Implementar computacionalmente, usando software apropriado, os diversos modelos;*
- 3 *Ser capaz de concluir sobre as vulnerabilidades do modelo e corrigir as respetivas insuficiências, de criticar as soluções encontradas e perceber de que forma estas podem ser melhoradas;*
- 4 *Compreender a distinção entre inferência Bayesiana e inferência clássica, aplicá-las no tratamento e análise de dados espaciais e/ou temporais e em problemas de previsão e classificação.*

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

- 1 Construct models to solve concrete problems for data that have dependencies in space and/or time;
- 2 Computational implementation of the several proposed modes, using appropriate software;
- 3 Be able to conclude about the vulnerabilities of the model and to correct its inadequacies, to criticize the solutions and to understand how they can be improved;
- 4 Understand the distinction between classical and Bayesian inference, in order to apply them in the analysis of spatial and/or temporal data and in prediction and classification problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 Introdução aos processos estocásticos. Processos de Poisson. Cadeias de Markov em tempo discreto;
- 2 Modelos multivariados para dados temporais;
- 3 Modelos econométricos Bayesianos espaço-temporais.

4.4.5. Syllabus:

- 1 Introduction to stochastic processes. Poisson processes. Markov chains in discrete time;
- 2 Multivariate models for temporal data;
- 3 Spatio-temporal Bayesian econometric models.

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

Os objetivos 1, 2 e 3 constituem aspetos fundamentais de uma unidade curricular de modelação estatística, os quais estão em coerência com todos os conteúdos programáticos que envolvem diversos tipos de modelos estatísticos.

O objetivo 4 está associado aos diversos conteúdos programáticos, os quais contemplam abordagens clássicas e Bayesianas.

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

Objectives 1, 2 and 3 are fundamental aspects of a curricular unit of statistical modelling, which are in coherence with all the programmatic contents that involve several types of models.

Objective 4 is associated with several programmatic contents, which include classical and Bayesian approaches.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. A parte teórica deverá ser apresentada como um conjunto de ferramentas de análise necessárias à resolução de problemas, que sejam motivadores da aprendizagem das técnicas. A parte prática assenta na resolução de casos de estudo. A resolução dos casos práticos associados aos vários conteúdos é implementada computacionalmente usando um software livre (preferencialmente o R). São disponibilizados aos alunos elementos de apoio aos conteúdos programáticos.

A avaliação de conhecimentos compreende duas partes: teórica e prática. A parte teórica é constituída por um exame (nota mínima de 9,5 valores). A parte prática compreende três trabalhos (nota mínima de 8 valores), cada um com apresentação e discussão obrigatória. A nota da parte prática é a média aritmética dos três trabalhos (nota mínima de 9,5 valores).

A nota final do aluno, NF, será obtida através da fórmula: $NF = 0,5 NT + 0,5 NP$, onde NT representa a nota da parte teórica e NP a da parte prática.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are theoretical-practical. The theoretical component should be presented as a set of analysis tools needed to solve problems, which motivate the learning of the techniques. The practical part is based on case study resolution. The resolution of the practical cases associated with the various contents is implemented computationally using free software (preferably R). Elements of support for the syllabus are provided to the students.

The assessment of knowledge comprises two parts: theoretical and practical. The theoretical part consists of an exam (minimum mark of 9.5 points). The practical part consists of three assignments (minimum mark of 8 points), each with presentation and discussion. The grade of the practical part is the arithmetic mean of the three papers (minimum mark of 9.5 points).

The final grade of the student, FG, will be obtained through the formula: $FG = 0.5 TG + 0.5 PG$, where TG is the grade of the theoretical part and PG the grade of the practical part.

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular, dado que a metodologia utilizada para apresentar a teoria, possibilita atingir especificamente todos os objetivos da unidade curricular. A exemplificação com problemas, permite ao aluno perceber como aplicar a matéria usada em situações reais da sua vida profissional. A metodologia utilizada pretende fornecer conhecimentos para formalizar um problema, escolher os métodos adequados a aplicar e proceder à sua correta aplicação. A resolução de exercícios com recurso à utilização de um software livre

(preferencialmente o R), possibilita ao aluno apreender o modo real de resolução deste tipo de problemas na sua vida profissional.

Os métodos de avaliação permitem averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.

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

Teaching methodology are consistent with the objectives of the course, given that the methodology used to present the theory, enables achieving all the objectives of the course. The exemplification in problems resolution, allows students to understand how to apply the material used in real situations of their professional lives. The methodology aims to provide knowledge to formalize a problem, choose the appropriate methods to apply and provide for their proper application. The resolution of exercises with the use of free software (preferably R), enables the student to learn the real way of solving this kind of problems in professional life context.

Knowledge assessment methods enable to find out if the student has acquired sufficient knowledge, in order to achieve the objectives proposed in the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1 Albert, J., *Bayesian Computation with R*, Second edition. Springer (2009)

2 Blangiardo, M. e Cameletti, M., *Spatial and spatial-temporal Bayesian Models with R-INLA*. Wiley (2015)

3 Cressie, N., Wikle, C., *Statistics for spatio-temporal data*. Wiley (2011)

4 Johnston, J., e Dinardo, J., *Econometric Methods*, 4th ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1997. (Tradução portuguesa: *Métodos Económicos*, McGraw-Hill de Portugal, Lisboa, 2001.)

5 Karlin, Samuel; Taylor, Howard M., *An Introduction to Stochastic Modeling*, 3rd Edition, Academic Press (1998)

6 LeSage J. and Pace R. K., *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press (2009)

7 Paulino, C., Turkam, M., Murteira, B. e Silva, G., *Estatística Bayesiana*. Caloust Gulbenkian Foundation (2018)

8 Ross, Sheldon M., *Stochastic Processes*, John Wiley & Sons (1983)

9 Wei, W., *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, Pearson (2006)

10. Wooldridge, J. M., *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education (2015)

Mapa IV - Métodos Numéricos para Equações às Derivadas Parciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos para Equações às Derivadas Parciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Methods for Partial Differential Equations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 45; PL - 22.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Nuno David de Jesus Lopes - 22.5h

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

Sérgio Paulo Fino de Sousa Lopes - 45h

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

- 1. Compreender os aspetos teóricos fundamentais nos quais os métodos se baseiam.*
- 2. Identificar e aplicar os métodos numéricos mais adequados aos problemas em estudo.*
- 3. Ter conhecimento das principais vantagens e desvantagens dos métodos abordados.*
- 4. Implementar computacionalmente os diferentes métodos usando bibliotecas de software livre.*
- 5. Desenvolver um raciocínio estruturado e demonstrar capacidade analítica e crítica na resolução de problemas em diferentes domínios de aplicação.*

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

- 1. To understand the fundamental theoretical aspects on which the methods rely.*
- 2. To identify and apply the most suitable numerical methods to the studied problems.*
- 3. To know the main advantages and disadvantages of the presented methods.*
- 4. To implement the different methods using open source software libraries.*
- 5. To develop a structured reasoning and to demonstrate critical thinking and analytical capability while addressing problems in different domains of application.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

- 1. Introdução; problemas variacionais 2D de valor na fronteira.*
- 2. Aproximações de Galerkin; minimização da energia.*
- 3. Interpolação via elementos finitos (triangulares e quadrangulares); aproximação por elementos finitos.*
- 4. Interpretação da solução aproximada; precisão da aproximação.*
- 5. Aspetos computacionais.*
- 6. Tópicos sobre extensão a outros problemas (3D, de quarta ordem, de evolução).*

INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS DE VOLUMES FINITOS

- 7. Motivação; exemplos de leis de conservação hiperbólicas.*
- 8. Tipos de soluções de sistemas hiperbólicos de leis de conservação (clássica, fraca, e entrópica).*
- 9. Métodos de volumes finitos para sistemas hiperbólicos 1D lineares; esquemas contra-corrente, de Lax-Friedrichs, e de Godunov.*
- 10. Métodos de volumes finitos para sistemas hiperbólicos 1D não lineares; esquemas conservativos; esquemas consistentes com a condição de entropia.*
- 11. Aspetos computacionais.*
- 12. Tópicos sobre extensão a dimensões superiores.*

4.4.5. Syllabus:

FINITE ELEMENTS METHOD

- 1. Introduction; 2D variational boundary-value problems.*
- 2. Galerkin approximations; minimization of energy.*
- 3. Finite element interpolation (triangular and quadrilateral elements); finite element approximation.*
- 4. Interpretation of the approximate solution; accuracy of finite element approximations.*
- 5. Computational aspects.*
- 6. Topics on extensions to other problems (3D, fourth order, time-dependent).*

INTRODUCTION TO FINITE VOLUME METHODS

- 7. Motivation; examples of hyperbolic conservation laws.*
- 8. Types of solutions to hyperbolic systems of conservation laws (classical, weak, and entropic).*
- 9. Finite volume methods for 1D hyperbolic linear systems; upwind schemes, Lax-Friedrichs and Godunov schemes.*
- 10. Finite volume methods for 1D nonlinear hyperbolic systems; conservative schemes; schemes consistent with the entropy condition.*
- 11. Computational aspects.*
- 12. Topics on extensions to higher dimensions.*

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

Os pontos 1, 2 e 3 dos objetivos estão em estreita consonância com os pontos 1-4 e 7-10 dos conteúdos programáticos.
O ponto 4 dos objetivos está diretamente relacionado com os pontos 5 e 11 dos conteúdos programáticos.
O ponto 5 dos objetivos é cumprido através da prática de formulação matemática de problemas de diferentes proveniências, respetiva resolução numérica e análise dos resultados obtidos, estimuladas ao

longo da exposição de conteúdos, sendo particularmente reforçado pelos pontos 6 e 12 dos conteúdos programáticos.

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

Items 1, 2 and 3 of the learning outcomes are in straight accordance with items 1-4 and 7-10 of the syllabus.

Item 4 of the learning outcomes is directly related to items 5 and 11 of the syllabus.

Item 5 of the learning outcomes is fulfilled through the practice of mathematically formulating problems with different provenances, their numerical solution and analysis of obtained results, stimulated along the syllabus exposition, being particularly reinforced by items 6 and 12 of the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de cariz mais teórico, para apresentação dos conceitos e métodos numéricos estudados, e aulas de cariz mais prático, nas quais são resolvidos exercícios que ilustram os conceitos teóricos e implementados os métodos numéricos. São disponibilizadas listas de exercícios para uma eficaz compreensão dos conhecimentos apresentados.

A avaliação de conhecimentos compreende duas vertentes obrigatórias: avaliação contínua e avaliação por exame. A avaliação contínua (NP) consiste de trabalho prático computacional, com a classificação mínima de 9,5 valores. A avaliação por exame (NE) consiste de um exame final, igualmente com a classificação mínima de 9,5 valores. A classificação final (NF) é calculada de acordo com a seguinte fórmula: $NF = 0,4 NP + 0,6 NE$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-leaning classes, for the presentation of the studied concepts and numerical methods, and practice-oriented classes, where exercises that illustrate the theoretical notions are solved and numerical methods are implemented. Exercise sheets are available for an effective understanding of the acquired knowledge.

The assessment comprises two alternative components: continuous assessment and exam assessment. Continuous assessment (NP) consists of applied computational work, with a minimum 9.5 grade. Exam assessment (NE) consists of a written exam, also with a 9.5 minimum grade. The final grade (NF) is computed according to the following formula: $NF = 0.4 NP + 0.6 NE$.

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

As aulas mais teóricas asseguram uma rigorosa e completa cobertura de todos os pontos do programa, enquanto que as aulas mais práticas servem o propósito de ilustrar e consolidar as matérias estudadas, bem como o de proporcionar ao aluno uma efetiva utilização dos métodos apresentados. A realização de trabalho prático ao longo do semestre, vem de encontro tanto aos objetivos da unidade curricular como à natureza dos assuntos estudados.

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

The more theoretical classes ensure a rigorous and full coverage of all topics in the syllabus, while the more practical classes serve the purpose of illustrating and consolidating the studied subjects, as well as to provide the student with an effective usage of the presented methods. The practical work along the semester meets both the nature of studied subjects and the objectives of the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. E.B. Becker, G.F. Carey & J.T. Oden, *Finite Elements: An Introduction* (Vol. 1), Prentice-Hall, 1981.

2. H.P. Langtangen & K.A. Mardal, *Introduction to Numerical Methods for Variational Problems*, 2016.

3. T.J.R. Hughes, *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*, Dover, 2000.

4. C. Johnson, *Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method*, Dover, 2009.

5. O.C. Zinkiewicz, R.L. Taylor & J.Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis & Fundamentals* (7th Edition), Elsevier, 2013.

6. M.E. Vázquez-Cendón, *Solving Hyperbolic Equations with Finite Volume Methods*, Springer, 2015.

7. R.J. LeVeque, *Finite-Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, 2002.

8. F. Moukalled, L. Mangani & M. Darwish, *The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics – An Advanced Introduction with OpenFOAM and Matlab*, Springer, 2016.

Mapa IV - Seminário de Modelação Matemática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Seminário de Modelação Matemática

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Mathematical Modelling Seminar***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MAT***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semiannual***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP - 45; S - 22.5; OT - 30***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge das Neves Duarte - 15h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ricardo Mariano Roque Capela Enguiça - 15h**Cristina Isabel Caetano Ferreira Januário - 15h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os alunos devem desenvolver fortes competências de modelação matemática e resolução de problemas, bem como competências de comunicação, expressões escrita e oral rigorosas e claras, e capacidade de trabalho em ambiente multidisciplinar.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Students should develop strong mathematical modelling and problem solving skills, as well as communication skills, writing and speaking capabilities, and the ability to work in a multidisciplinary environment.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Problemas de modelação originários das Ciências Físicas*
- Problemas de modelação originários das Ciências da Vida*
- Problemas de modelação originários das Ciências Económicas*

4.4.5. Syllabus:

- Modelling problems originating in physical sciences*
- Modelling problems originating in life sciences*
- Modelling problems originating in economical sciences*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*O programa pretende percorrer uma grande variedade de problemas de modelação, provenientes de diversas áreas técnicas e científicas, de modo a fornecer aos alunos uma perspetiva bastante abrangente das diferentes abordagens e técnicas utilizadas.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The syllabus aims to cover a wide range of modelling problems from a variety of technical and scientific areas in order to provide students with a fairly comprehensive perspective on the different approaches and techniques used.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O objetivo principal desta UC é tomar contacto com projetos em modelação matemática (onde os problemas são dados em termos não-matemáticos) e fomentar a discussão e o relato em torno dessas experiências.

Assim, serão reservadas duas sessões semanais para apresentação e discussão de problemas existentes na literatura de modelação matemática e outra para apresentação e discussão de um problema recente, com origem nas empresas parceiras ou nas atividades de I&D desenvolvidas no ISEL ou em instituições parceiras.

Durante o semestre, os alunos escolherão um problema para estudar, individualmente ou em grupo. As últimas semanas serão reservadas para as apresentações e discussões destes trabalhos.

A avaliação terá em consideração o desempenho do estudante ao longo do semestre, um documento escrito sobre o tema estudado e ainda a apresentação oral pública do mesmo. A classificação terá em conta as três componentes anteriores, com pesos de referência de, respetivamente, 30%, 35%, 35%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The main objective of this CU is to make contact with projects in mathematical modelling (where problems are given in non-mathematical terms) and to encourage discussion and reporting on these experiences.

Thus, two weekly sessions will be reserved for presentation and discussion of existing problems in the literature of mathematical modeling and another for presentation and discussion of a recent problem, arising from the partner companies or the R&D activities developed at ISEL or at partner institutions.

During the semester, students will choose a problem to study, individually or in a group. The last weeks will be reserved for the presentations and discussions of these works.

The assessment will take into account the student's performance during the semester, a written document on the studied subject and also the public oral presentation of the same. The classification will take into account the three previous components, with reference weights of, respectively, 30%, 35%, 35%.

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

As apresentações e discussões dos problemas existentes na literatura permitem tomar contacto com uma grande variedade de problemas de modelação, e com as principais abordagens e técnicas utilizadas.

Enquanto a apresentação e discussão dos problemas recentes permitirá aos alunos, tomar contacto com o tipo de problemas que surgirão nos estágios e simultaneamente pôr em prática os conhecimentos adquiridos, sugerindo e experimentando possíveis abordagens. As competências de comunicação serão treinadas, a interpretar problemas expostos por "não-matemáticos", a propor/comunicar possíveis abordagens, a comunicar, de forma escrita e oral, as conclusões do trabalho.

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

The presentations and discussions of the existing problems in the literature allow to get in touch with a great variety of modelling problems, and with the main approaches and techniques used, while the presentation and discussion of the recent problems will allow students to make contact with the type of problems that will arise in the internships and simultaneously put into practice the acquired knowledge, suggesting and trying possible approaches. Communication skills will be trained interpreting problems presented by "non-mathematicians", proposing / communicating possible approaches and communicating, in written and oral form, the conclusions of the work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Erwin Kreiszg, Advanced Engineering Mathematics, 10th Edition. John Wiley & Sons (2011).

2. Mathematical Modelling: Classroom Notes in Applied Mathematics, edited by Murray S. Klamkin, SIAM, Philadelphia (1987).

3. Jim Caldwell and Douglas K.S. Ng, Mathematical Modelling, Case Studies and Projects. Kluwer Academic Publishers (2004).

Mapa IV - Projeto em Matemática Aplicada para a Indústria

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Matemática Aplicada para a Indústria

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Applied Mathematics for Industry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*MAT***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semiannual***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP - 15; S - 30; OT - 30***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Manuel Ferreira da Silva - 15h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Filipe Santiago Cal - 15h**José Alberto de Sousa Rodrigues - 15h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objetivos desta disciplina são:*

- 1. desenvolver nos alunos capacidades de comunicação, oral e escrita, de trabalhos técnicos e científicos a audiências com vários níveis de especialização;*
- 2. promover um espaço de reflexão sobre a estrutura do Trabalho Final de Mestrado (TFM), bibliografia pertinente, viabilidade da pesquisa, meios e fontes a utilizar, e metodologia de trabalho;*
- 3. incentivar a elaboração de um plano alargado de TFM onde seja contextualizado o tema a desenvolver, a respetiva relevância e motivação da escolha, onde sejam indicados os objetivos (gerais e específicos) e apresentada a bibliografia de referência.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The objectives of this course are:*

- 1. develop students' skills to communicate, oral and written, technical and scientific work to audiences with various levels of specialization;*
- 2. promote a space for reflection on the structure of the Master's Final Assignment (MFA), relevant bibliography, research feasibility, means and sources to be used, and work methodology;*
- 3. encouraging the elaboration of a broad roadmap for the MFA where the subject to be studied is put in context, as well as its respective relevance and motivation, where the goals (general and specific) are clearly stated and the reference bibliography listed.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Estratégias para comunicação de ciência.*
- 2. Estratégias para comunicação de Matemática.*
- 3. Trabalho Final de Mestrado (TFM): caracterização (Dissertação, Relatório de Estágio).*
- 4. Procedimentos metodológicos do TFM: fases de definição do tema, de pesquisa, de organização e tratamento da informação, e de redação.*
- 5. Palestras para a apresentação de temas/estágios para o TFM.*
- 6. Orientação tutorial para desenvolvimento do Projeto do TFM.*
- 7. Apresentação oral e escrita do Projeto de TFM.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Strategies for communicating Science.*
- 2. Strategies for communicating Mathematics.*

3. *Master's Final Assignment (MFA): characterization (Dissertation, Internship Report).*
4. *Methodological procedures of the MFA: phases of subject definition, research, organization and processing of information, and writing.*
5. *Talks for the presentation of subjects/internships for the MFA.*
6. *Tutorial guidance for the development of the MFA.*
7. *Oral and written presentation of the MFA Project.*

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

Os pontos 1 a 4 do programa preenchem o objetivo de desenvolver nos alunos a capacidade de pesquisa, apresentação oral e escrita de trabalhos técnicos e científicos em geral e do TFM em particular, o ponto 5 perfila o objetivo de apresentar aos alunos os vários temas e estágios disponíveis. Os pontos 6 e 7 preenchem o objetivo final da preparação do projeto de TFM.

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

Items 1 to 4 of the syllabus aim to develop in students the ability to research, and to present, orally and in writing, technical and scientific works in general and the MFA in particular; item 5 fulfills the objective of introducing the students to the various themes and internships available. Items 6 and 7 fulfill the final objective of the MFA project preparation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Sessões teórico-práticas para apresentação e discussão dos temas referidos nos pontos 1 a 4 dos conteúdos programáticos, com o eventual recurso a técnicas de role-play para uma maior consciencialização dos erros mais comuns e desenvolvimento de estratégias. Palestras para apresentação dos temas de Dissertação e dos estágios disponíveis para o TFM. Orientação tutorial para a escolha do tema ou estágio do TFM e preparação do respetivo projeto. Apresentação e discussão dos Projetos. A avaliação terá em consideração o desempenho do estudante ao longo do semestre, a elaboração (por escrito) de um Projeto para o TFM e ainda a apresentação oral pública do mesmo. A classificação terá em conta as três componentes prévias, com pesos de referência de, respetivamente, 30%, 35%, 35%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-Practical sessions for the presentation of the subjects mentioned in items 1 to 4 of the syllabus, with the eventual use of role-play techniques to raise awareness of common mistakes and develop strategies.

Talks for the presentation of Dissertation and Internship subjects available for the MFA. Tutorial guidance for choosing the theme or internship for the MFA and preparation of the corresponding project.

Presentation and discussion of the Projects.

The assessment will take into account the student's performance along the semester, a written report on the studied subject and respective public oral presentation. The classification will take into account the three previous components, with reference weights of, respectively, 30%, 35%, 35%.

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

As sessões teórico-práticas, as sessões de role-play e a apresentação e discussão do projeto de TFM preenchem o Objetivo 1, enquanto as palestras e a orientação tutorial perfilam os objetivos 2 e 3.

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

Theoretical-practical sessions, role-playing sessions, and presentation and discussion of the MFA project fulfill Objective 1, while lectures and tutorial guidance outline Objectives 2 and 3.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será definida de acordo com a área de especialidade da Dissertação, ou Estágio de Natureza Profissional, e inclui toda a bibliografia das restantes unidades curriculares do curso. Como recomendações genéricas sugere-se:

1. *Y.N. Bui, How to Write a Master's Thesis, 2nd edition, SAGE Publications Inc., 2013.*
2. *J.S. Graustein, How to Write an Exceptional Thesis or Dissertation: a Step-By-Step Guide from Proposal to Successful Defense, Atlantic Publishing Group Inc., 2014.*
3. *S. Strogatz, Writing about Math for the Perplexed and the Traumatized, Notices of the AMS, March 2014.*
4. *N. Baron, Escape from the ivory tower: a guide to making yoursience matter. Island Press, Washington, D.C., 2010*
5. *M. F. Weigold, Communicating science: a review of the literature. Science Communication 23:164–193. 2001.*

Mapa IV - Dissertação ou Estágio de Natureza Profissional**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Dissertação ou Estágio de Natureza Profissional***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Dissertation or Internship***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MAT***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semiannual***4.4.1.4. Horas de trabalho:***810***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT - 162***4.4.1.6. ECTS:***30***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Coordenador de Curso / Course Coordinator - 162h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Todos os docentes de áreas departamentais do ISEL podem orientar/coorientar uma dissertação/estágio, sujeitos à prévia aprovação da Comissão Coordenadora de Curso.**Any member of the teaching staff from ISEL departments may supervise a dissertation/internship, subject to the prior approval of the Course Coordinating Committee.***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular, os alunos devem demonstrar as competências seguintes.*

- 1. Capacidade de aplicar e desenvolver métodos matemáticos e/ou computacionais em contextos alargados e multidisciplinares.*
- 2. Capacidade para integrar conhecimentos, lidar com questões complexas e desenvolver soluções.*
- 3. Capacidade de comunicar conclusões e conhecimentos de forma clara e sem ambiguidades.*
- 4. Capacidade de aprendizagem ao longo da vida de forma essencialmente autónoma.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*By the end of this curricular unit, students should evidence the following skills:*

- 1. Ability to apply and develop mathematical and/or computational methods in broad and multidisciplinary frameworks.*
- 2. Ability to integrate knowledge, deal with complex issues and come up with solutions.*
- 3. Ability to impart conclusions and knowledge clearly and unambiguously.*
- 4. Lifelong learning ability in an essentially autonomous way.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*O programa da Dissertação, ou Estágio de Natureza Profissional, envolverá problemas/temas propostos por empresas parceiras (via protocolos estabelecidos) ou por docentes de qualquer área departamental do ISEL, aprovados anualmente pela Comissão Coordenadora de Curso.***4.4.5. Syllabus:**

The scheme of the Thesis, or Internship, will involve problems/subjects proposed by the partner companies (through signed protocols) or by professors of ISEL's departments, approved yearly by the Course Coordinating Committee.

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

Todos os objetivos indicados (1 a 4) são atingidos através da realização de uma Dissertação em ambiente académico, no âmbito das áreas científicas do ISEL e/ou de problemas/temas propostos por empresas parceiras, ou de um Estágio de Natureza Profissional em ambiente empresarial/industrial em alguma das empresas parceiras.

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

All of the learning outcomes listed (1 to 4) are fulfilled through the preparation of a Thesis in an academic environment, set in any of ISEL's scientific areas and/or in problems/subjects proposed by partner companies, or of an Internship in a professional environment in any of the partner companies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O trabalho final de mestrado é desenvolvido autonomamente pelo aluno, com a supervisão de um ou mais orientadores.

A Tese, ou relatório de Estágio de Natureza Profissional, a escrever no final do ciclo de estudos, possibilita aos alunos sintetizar o conhecimento adquirido no conjunto de unidades curriculares realizadas.

A avaliação e discussão será realizada em prova pública perante um júri, constituído por três membros (incluindo o orientador), nomeado pelo Conselho Técnico-Científico. A prova tem a duração máxima de noventa minutos, dispondo o aluno de vinte minutos para apresentar o seu trabalho e seguindo-se uma discussão onde o aluno dispõe do mesmo tempo que o júri.

Os membros do júri devem ter o grau de Doutor, ou serem Especialistas de mérito reconhecido.

As deliberações do júri são tomadas por maioria dos membros que o constituem, através de votação nominal justificada e não sendo permitidas abstenções.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The master's final assignment is developed autonomously by the student, with the supervision of one or more advisers.

The Thesis, or Internship report, to be written for the completion of the study cycle, enables students to synthesize the acquired knowledge in the completed curricular units.

The assessment and discussion will be held publicly before a jury, composed by three members (including the adviser), appointed by ISEL's Technical-Scientific Council. The public defense can last for a maximum of ninety minutes; the student has twenty minutes to make his/her presentation and a discussion ensues in which both the student and the jury are allotted an equal time slot.

Members of the jury should have a PhD degree, or possess an official Expert recognition.

The jury's deliberations shall be taken by a majority of its members, by means of a justified roll-call vote where no abstentions are allowed.

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

O acompanhamento dos alunos pelo(s) orientador(es) dirige-se ao cumprimento dos objetivos de aprendizagem 1 e 2.

O método de avaliação, baseado na elaboração e discussão pública de um relatório final, é dirigido ao cumprimento dos objetivos 3 e 4.

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

The monitoring of students by the adviser(s) is aimed to fulfill learning outcomes 1 and 2.

The assessment, based on the preparation and public discussion of a final report, is aimed to fulfill learning outcomes 3 and 4.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será definida de acordo com a área de especialidade da Dissertação, ou Estágio de Natureza Profissional, e inclui ainda toda a bibliografia das restantes unidades curriculares do curso. Como recomendações genéricas, sugere-se:

The bibliography will be defined according to the specialization area of the Dissertation, or Internship, and also includes the entire bibliography of the other curricular units of the course. As generic recommendations, we suggest:

1. Y.N. Bui, How to Write a Master's Thesis, 2nd edition, SAGE Publications Inc., 2013.

2. J.S. Graustein, *How to Write an Exceptional Thesis or Dissertation: a Step-By-Step Guide from Proposal to Successful Defense*, Atlantic Publishing Group Inc., 2014.

Mapa IV - Geometria Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geometria Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Geometry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 45; PL - 22.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Lucía Fernandez Suarez - 67.5h

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

<sem resposta>

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

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

- 1. Apresentar os conceitos geométricos básicos sobre os quais assentam os principais algoritmos de geometria computacional;*
- 2. Reconhecer algumas das principais áreas de aplicação da geometria computacional, tais como, robótica, reconhecimento de voz e de padrões, sistemas de informação geográfica, ...*
- 3. Identificar os algoritmos geométricos adequados a cada problema e analisá-los quanto à sua eficiência;*
- 4. Descrever os algoritmos estudados e implementá-los numa linguagem de programação adequada.*

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

Students who complete this curricular unit should be able:

- 1. Present the basic geometric concepts required to describe and study the main algorithms of computational geometry;*
- 2. Recognize some of the principal areas of application of computational geometry, such as robotics, voice and pattern recognition, geographic information systems, ...*
- 3. Identify the geometric algorithms relevant to the problem at hand and evaluate their efficiency;*
- 4. Describe the algorithms studied in the course and be able to implement them in a suitable programming language.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I. Conceitos básicos de geometria afim e euclidiana. Problemas clássicos na área (localização de serviços, o problema do círculo mínimo, ...).*
- II. Polígonos. Teorema da Galeria de Arte. Triangulação. Dual de uma triangulação. Orelhas. Área de um polígono. Algoritmos de triangulação. Triangulação de polígonos monótonos.*
- III. Conjuntos convexos. Combinações convexas. Invólucro convexo. Algoritmo de Graham. Algoritmo QUICK-HULL*
- IV. Células de Voronoi. Bisectores. Diagrama de Voronoi. Beach Line. Algoritmo de Fortune. Grafo de Delaunay. Aplicações.*
- V. Localização de pontos.*

4.4.5. Syllabus:

- I. Basic concepts of affine and Euclidean geometry. Classical problems in the field (service location, the minimum circle problem, ...).*
- II. Polygons triangulation: polygons, art gallery problems. Triangulation. Triangulation Dual. Polygon's areas. Triangulation algorithms. Triangulation of Monotone polygons.*
- III. Convex sets. Convex combinations. Convex hulls. Graham Algorithm. QUICK-HULL algorithm.*
- IV. Voronoi cells. Bisectors. Voronoi diagrams,. Beach Line. Fortune Algorithm. Delaunay graphs. Applications.*
- V. Point location search.*

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

A formação matemática em geometria afim e euclidiana em que assentam as técnicas de geometria computacional e os problemas que motivam a área estão contemplados no ponto I, permitindo aos alunos atingir os objetivos de aprendizagem 1 e 2. Os conceitos e problemas apresentados nos pontos II, III, IV e V possibilitarão o aluno atingir os objetivos de aprendizagem de 3 e 4.

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

The mathematical training in affine and Euclidean geometry, on which computational geometry techniques are based, and the basic problems in the area, are considered in point I, allowing students to reach learning objectives 1 to 2. The mathematical concepts and problems and applications presented in points II, III, IV and V will enable the student to achieve the learning objectives 3 and 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas destinam-se à apresentação dos conteúdos programáticos e de exemplos práticos de aplicação, complementadas com a resolução de exercícios para consolidação de cada um dos temas. Pretende-se privilegiar a autonomia do estudante no desenvolvimento de soluções para problemas complexos, adequados ao seu nível.

As aulas de tipo prático-laboratorial serão destinadas à implementação computacional de alguns dos algoritmos ou métodos descritos nas aulas teórico-práticas.

Os objetivos de aprendizagem de 1 a 4 são avaliados através de duas componentes: a teórica, constituída por avaliação presencial (e.g. teste escrito, apresentação e/ou teste oral), e a prática, que consiste na realização de exercícios por cada tema.

Para ambas as componentes, NT e NP, o aluno deverá obter classificação mínima de 10 valores.

A classificação final (NF) resulta da aplicação da fórmula $NF = 0,5 NP + 0,5 NT$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures/recitations aim at presenting the syllabus as well as practical examples. These will be complemented with the use of exercise lists to consolidate each of the subjects. It is intended to privilege student autonomy in the development of solutions to complex problems, appropriate to their cognitive level.

In the labs, the students will implement some of the algorithms or methods described in the lectures.

Learning objectives 1 to 4 are assessed through two components: theoretical, consisting of face-to-face assessment (e.g. written test, presentation and/or oral test), and practical, exercises for each subject.

For both theoretical and practical components, the student must obtain a minimum grade of 10 points to be approved.

The final grade (NF) results from a weighted arithmetic mean of the two assessment components, where the theoretical component (NT) has a weight of 50% and the practical component (NP) has a weight of 50%: $NF = 0.5 NP + 0.5 NT$.

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

As aulas teórico-práticas destinam-se à apresentação das bases teóricas dos conteúdos programáticos e os problemas principais na área, no intuito de completar os objetivos de aprendizagem 1 a 3, enquanto nas aulas prática-laboratorial são implementados computacionalmente os algoritmos apresentados adequados aos problemas na área, objetivo de aprendizagem 4. O trabalho autónomo (extra aula) é guiado pelas

séries de exercícios, desenhadas para consolidar as competências de conceção e desenvolvimento dos conteúdos programáticos.

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

The hybrid lecture/recitation classes are designed to present the bases of the programmatic contents and to do the analysis of case studies in order to fulfill learning outcomes 1 to 3. The laboratory component is used to implement, in a controlled environment, the main algorithms in the area, learning outcome 4. Autonomous work (extra class) is guided by lists of exercises, designed to consolidate the skills of design and development of programmatic contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Arlow, J “Computational Geometry in Python”, Clear View Training (2018)
2. M. de Berg, M. van Krefeld, M. Overmars, O. Schwarzkopf, “Computational Geometry - Algorithms and Applications”, Springer (2000)
3. J.-D. Boissonnat, M. Yvinec, “Algorithmic Geometry”, Cambridge University Press (2005) F. P. Preparata,
4. M.I. Shamos, “Computational Geometry - An Introduction”, Springer (1985).
5. J. Gallier, “Geometric Methods and Applications for Computer Sciences and Engineering”, Springer (2011).
6. Devadoss, O’Rourke. “Discrete and Computational Geometry”, Princeton U Press (2011).

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EG

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

170

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 60

4.4.1.6. ECTS:

6.5

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Isabel Maria da Silva João - 60h

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

<sem resposta>

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

Com esta unidade curricular pretende-se que os alunos ganhem conhecimentos e competências na área do empreendedorismo através do desenvolvimento de ideias, desafios e novas oportunidades de negócio.

Pretende-se que o aluno ganhe aptidão para se tornar empreendedor e que se torne um indivíduo determinado em procurar novas oportunidades de uma forma enérgica e poder aproveitá-las de forma empreendedora em benefício da sociedade e em seu próprio benefício. Os alunos irão desenvolver competências ao nível das várias áreas funcionais da organização como a análise de mercado, o planeamento estratégico, as operações, a análise financeira ganhando aptidão para a elaboração do plano de negócios.

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

With this curricular unit it is intended that students gain knowledge and skills in entrepreneurship through the development of ideas, challenges and new business opportunities. It is intended that students gain the ability to become entrepreneurs and determined in the search for new opportunities in an active way and use them for the benefit of society and their own individual benefit. Students will develop skills in the various functional areas of the organization such as market analysis, strategic planning, operations, financial analysis earning aptitude for making the business plan.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*1 O Empreendedor. Origem, definição e análise histórica. De empreendedor a empresário. O perfil do empreendedor. Competências chave do empreendedor.
2 Empreendedorismo e inovação. Tendências que acentuam a importância da inovação. As várias formas de inovação. Desenvolvimento de novos produtos. Passos do processo de desenvolvimento de novos produtos. Fases do ciclo de vida de um produto.
3 Papel do marketing na nova empresa. O estudo de Mercado. Segmentação do mercado. O mercado alvo. O posicionamento de marketing. A marca. O comportamento do consumidor. Marketing Mix.
4 Planeamento estratégico. O processo de planeamento estratégico. Ideias de negócio a desenvolver e oportunidade de negócio. Estruturação do projeto empresarial.
5 Plano de negócios. Estrutura do plano de negócios. Sumário executivo, planeamento estratégico do negócio, descrição dos empreendedores e do negócio, plano de marketing, plano financeiro.
Demonstrações financeiras previsionais. Gestão e controlo do negócio*

4.4.5. Syllabus:

*1 The entrepreneur. Origin, definition, and historical analysis. From entrepreneur to businessman. The profile of the entrepreneur. Key skills of the entrepreneur.
2 Entrepreneurship and innovation. Trends that emphasize the importance of innovation. The various forms of innovation. Development of new products. Steps of the development process of new products. Phases of the life cycle of a product.
3 The role of the marketing in the new business. Market research, market segmentation, the target market, positioning, the brand, consumer behavior and marketing mix.
4 Strategic Planning. The strategic planning process. Development of business ideas and business opportunity. Structuring the business project.
5 Business Plan. Structuring the business plan. Executive summary, strategic business planning, description of the entrepreneurs and of the business, marketing plan, financial plan. Projected financial statements. Management and control of the business.*

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular de empreendedorismo foram definidos tendo por base os conhecimentos, competências e aptidões a adquirir por parte dos alunos. Os conteúdos da unidade curricular de empreendedorismo são coerentes com os objetivos que passam pela aquisição de competências necessárias à criação de um novo negócio e consequente desenvolvimento de todo o processo de elaboração do correspondente plano de negócios.

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

The syllabus of the curricular unit in entrepreneurship were defined based on the knowledge, skills and competences to be acquired by students. The contents of the course in entrepreneurship are consistent with the objectives, including the acquisition of skills necessary for the creation of a new business and development of the whole process concerning the elaboration of the business plan.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias expositivas para exploração de conceitos e teoria. São utilizadas metodologias ativas que envolvem a participação ativa dos alunos na resolução de problemas ou estudos de caso com vista a explorar aspetos relacionados com o saber fazer e colocação em prática dos conhecimentos teóricos adquiridos.

A avaliação continua consiste na realização de um trabalho de grupo (NG) preferencialmente até um máximo de três de elementos, com peso 0,6 complementado com a realização ao longo do semestre de um teste de frequência (NT) com peso 0,4: $NF = 0,4 \times NT + 0,6 \times NG$.

A avaliação por exame incluirá para além do exame escrito (NE), também com peso 0,4, o trabalho de

grupo, ambos de realização obrigatória: $NF = 0,4 \times NE + 0,6 \times NG$.

Quer a nota obtida na componente trabalho de grupo, quer o teste global ou o exame final terão que ter uma classificação mínima igual ou superior a 10 valores (escala 0 a 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Expository methodologies to explore concepts and theory. Active methodologies involving the active participation of the students in the resolution of the problems or case studies in order to explore some issues related to know how to do and how to apply the theoretical knowledge acquired.

The continuous assessment consists of making a group work (NG) preferably to a maximum of three elements, weighing 0.6 plus a global test (NT) with weight 0.4 both mandatory: $NF = 0,4 \times NT + 0,6 \times NG$. The evaluation by exam will include a written examination (NE), also weighing 0.4 and a group work (NG) weighing 0.6, both mandatory: $NF = 0,4 \times NE + 0,6 \times NG$.

Whether the grade obtained in the component group work, whether the global test or the final exam need to have a minimum rating equal to or higher than 10 (range 0-20).

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

A utilização de aulas expositivas e ativas no processo de aprendizagem permite exemplificar a aplicação dos conceitos teóricos transmitidos aos alunos. Durante as aulas os alunos são chamados a intervir na resolução de problemas havendo preocupação de fazer a ligação entre as matérias lecionadas nesta unidade curricular. São apresentados vários estudos de caso para estimular nos alunos a sua forma de pensar e criar um novo negócio.

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

The use of expository lectures and active classes in the learning process allows the exemplification of the application of theoretical concepts transmitted to students. During classes students are stimulated to participate in problem solving. In the problem solving they make the connection between the topics taught in this course. Several case studies are presented to encourage students in their thinking and in how to create a new business.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. F. Gaspar, "O Processo Empreendedor e a Criação de Empresas de Sucesso", Edições Sílabo, 2011.
2. M. Ferreira, J. Santos, F. Serra, "Ser Empreendedor-Pensar, criar e moldar a nova empresa, 2ª Edição, Edições Sílabo, 2010.
3. P. Kotler, G. Armstrong, "Principles of Marketing", 14th edition, Prentice Hall, 2012.

Mapa IV - Gestão de Empresas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Empresas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Business Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EG

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semiannual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 67.5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Cristina Inês Camus - 67.5h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Compreensão do universo empresarial, na forma organizativa e de gestão, com uma cobertura horizontal das matérias nucleares, desde o planeamento estratégico ao marketing, passando pela análise financeira, gestão de recursos humanos, gestão de operações e gestão de risco.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Understanding of the business world, in organizational and management form, with a coverage of core issues, from strategic planning to marketing, financial analysis, human resources management, operations management and risk management.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Introdução. Definição jurídica. Teorias organizacionais.*
- *As Organizações e o Meio Ambiente. Estratégia e estrutura das organizações. As funções da empresa.*
- *A Função Estratégica. Formulação da estratégia no tempo. Missão. Objetivos. Análise ao Meio Envolvente. Análise da Empresa. Análise SWOT. Estratégias de Negócio.*
- *O Marketing. As atividades de marketing. Os clientes/mercado. O marketing-mix.*
- *A Gestão dos Recursos Financeiros. A contabilidade financeira. A contabilidade de custos. O controlo orçamental. Análise financeira de projetos. A gestão de risco.*
- *A gestão de recursos humanos. Motivação e liderança.*
- *A Gestão das Atividades Produtivas. A previsão da procura. O planeamento da produção. A gestão de stocks.*

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction. Legal setting. Organizational theories.*
- *Organizations and the Environment. Strategy and structure of organizations. The functions of a company.*
- *The Strategic Function. Strategy formulation over time. Mission. Goals. Analysis of the Surrounding Environment. Company Analysis. SWOT analysis. Business Strategies.*
- *The Marketing. The marketing activities. The customers/market. The marketing-mix.*
- *The Management of Financial Resources. The financial accounting. Cost accounting. Budgetary control. Financial analysis of projects. Risk management.*
- *Human resource management. Motivation and leadership.*
- *The Management of Productive Activities. The forecast of demand. Production planning. Stock management.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Para a compreensão do universo empresarial, na forma organizativa e de gestão, com uma cobertura horizontal das matérias nucleares, desde o planeamento estratégico ao marketing, passando pela análise financeira, gestão de recursos humanos, gestão de operações e gestão de risco, começamos pelas definições de uma organização e das várias funções que a compõem, começando pela definição da estratégia, aliada ao conceito de marketing, estudo da gestão dos recursos financeiros e da gestão de risco no desenvolvimento das estratégias, e dando também algumas noções de como se organizam os recursos humanos e os processos produtivos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In order to understand the business world, in an organizational and management way, with a coverage of the core issues, from strategic planning to marketing, through financial analysis, human resources management, operations management and risk management, we begin with the definitions of an organization and its various functions, starting with the definition of the strategy, allied to the concept of marketing, the study of financial resources management and risk management in the development of the strategies, and also giving some notions on how human resources and productive processes are organized.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é composta por um exame teórico (E) com a duração de 2 horas, contribuindo com 50% para a nota final, e pela realização de trabalhos em grupo (TP), contribuindo com os restantes 50%.

A classificação final é então dada por: $0,5 E + 0,5 TP$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The assessment consists of a theoretical exam (E) lasting 2 hours, weighing 50% in the final grade, and of group work (TP), weighing the remaining 50%.

The final grade is thus given by: $0.5 E + 0.5 TP$.

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

Pretende-se com a elaboração de um exame teórico individual, aferir da interiorização dos principais conceitos.

Pretende-se com a elaboração de trabalhos práticos, em grupos aleatórios, simular o ambiente organizacional e como um pequeno grupo (3/4 alunos que não estão habituados a trabalhar juntos de preferência) se organiza para atingir determinado objetivo (como estabelecem a estratégia, necessidade de liderança, gestão dos processos etc.).

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

It is intended with the elaboration of an individual theoretical exam, to gauge the internalization of the main concepts.

The aim of the practical work, carried out in random groups, is to simulate the organizational environment and how a small group of people (3/4 students who are not used to working together, preferably) organizes to achieve a certain goal (establish a strategy, need of leadership, process management, etc.).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Jay Heider and Barry Render, *Operations Management 8th Edition*, Pearson Prentice Hall, 2005
2. Carl S. Warren, James M. Reeve and Philip E. Fess, *Financial and Managerial Accounting 6th Edition*, ITP (International Thomson Publishing), 1999.
3. John R. Wilson, Nigel Corlett, *Evaluation of Human Work 3rd Edition*, Taylor & Francis Group, 2005.
4. Philip Kotler, *Marketing Management*, Prentice International, Inc., 2000.
5. Carlos Pinho, Isabel Soares, *Finanças - Mercados e Instrumentos*, Sílabo, 2008
6. Isabel Soares, *Decisões de Investimento - Análise Financeira de Projectos*, Sílabo, 2008

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

Objetivos gerais do curso: proporcionar uma base de conhecimentos teóricos sólida e uma efetiva capacidade técnica de aplicar métodos analíticos, numéricos e estatísticos a problemas práticos.

Implementação em cada unidade curricular:

- Exposição teórica e formal dos conceitos fundacionais: cobertura, rigorosa e abrangente, dos tópicos no programa.

- Inclusão de exercícios sobre exemplos extraídos da realidade empresarial: transpor conceitos teóricos para contextos reais.

- Seminário de Modelação Matemática e Trabalho Final de Mestrado: desenvolvimento de ferramentas adicionais de pesquisa, ampliação da proficiência na componente modelação matemática, aplicação demonstrativa da capacidade de integração de conhecimentos adquiridos e melhoria da competência de comunicação de resultados.

Acresce ainda:

- Realização regular de seminários: exposição de problemas reais propostos por representantes de empresas ligadas à Área Departamental de Matemática por protocolo ativo.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

General objectives of the course: to provide a solid theoretical knowledge base and an effective technical ability to apply analytical, numerical and statistical methods to practical problems.

Implementation in each curricular unit:

- Theoretical and formal exposition of foundational concepts: strict and comprehensive coverage of the syllabus' topics.

- Inclusion of exercises with examples from business reality: transpose theoretical concepts into real contexts.

- Mathematical Modelling Seminar and Master's Final Assignment: development of additional research

tools, increased proficiency in the mathematical modelling component, demonstration of the ability to integrate acquired knowledge and improvement in communication of results skills.

In addition:

- Regular seminars: presentation of real problems proposed by representatives of companies linked to the Department of Mathematics through signed protocol.

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

Para a estimativa do número de ECTS de cada unidade curricular, foi considerado o trabalho total exigido ao estudante para a completar com êxito. Foram consideradas as horas de contacto, as horas envolvidas na avaliação por testes/exames e discussões de trabalhos, e as horas de apoio tutorial. A esta componente de trabalho do aluno, juntou-se uma estimativa das horas de trabalho em grupo, de estudo autónomo, e fora da escola (visitas de estudo, seminários e estágios).

A conjugação destas duas componentes foi normalizada para 30 ECTS por semestre, atendendo também às horas de trabalho exigidas nas restantes unidades curriculares do semestre. Considerou-se que o aluno a tempo inteiro trabalhará em média 810 horas por semestre (cada ECTS equivalendo a 27 horas de trabalho) e durante 20 semanas, de acordo com o Decreto-Lei nº 42/2005.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

To estimate the number of ECTS of each curricular unit, the total amount of work required to complete it successfully was considered. The contact hours, the hours involved in the assessment by tests/exams and in the discussion of assignments, as well as the hours of tutorial guidance, were considered. To this component was added an estimate of the hours spent in group work, self-study, and out of the campus (field trips, seminars and internships).

The combination of these two components was normalized to 30 ECTS per semester, also taking into account the working hours required in the remaining curricular units of the semester. It is considered that the full-time student will work an average of 810 hours per semester (each ECTS being equivalent to 27 working hours) and for 20 weeks, according to Decree-Law no. 42/2005.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O método de avaliação de cada unidade curricular encontra-se disponibilizado no site do ISEL e é explicado na primeira aula do semestre de cada unidade curricular.

A conciliação entre a avaliação da aprendizagem dos alunos e os objetivos das unidades curriculares é assegurada pela supervisão da Coordenação de Curso. A resposta dos alunos a inquéritos sobre o funcionamento de cada unidade curricular e a análise dos dados recolhidos possibilitará a implementação de melhorias, caso se justifique.

Em várias unidades curriculares a avaliação inclui a realização de trabalhos. No início de cada semestre será feito o planeamento global dos trabalhos com todos os docentes.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The assessment method for each curricular unit is available on the ISEL website and it is explained the first day in classroom.

The conciliation between the assessment of student learning and the objectives of the curricular units is ensured by the supervision of the Course Coordinating Committee. Students' response to inquiries about each curricular unit and the analysis of the collected data will allow the implementation of improvements, if appropriate.

In several curricular units the assessment includes the completion of assignments. At the beginning of each semester, the overall planning of assignments will be made with the input of all teachers.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Participação ativa nos seminários: os alunos serão estimulados a adotar, nos seminários de realização regular, uma postura ativa, ou seja, a explorar a oportunidade de obter, de quem ministre o seminário, informação ou explicações adicionais.

Incentivo à participação dos alunos nas Semanas de Modelação do ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry).

Dissertação ou Estágio de Natureza Profissional, onde, independentemente da opção, são solidificadas as capacidades para aplicar a matemática a uma grande variedade de problemas oriundos da indústria e das tecnologias.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Active participation in seminars: students will be encouraged to take an active stance in regular seminars, that is, to explore the opportunity of obtaining additional information or explanations from those giving the seminar.

Encouragement of student participation in the European Consortium for Mathematics in Industry (ECMI) Modelling Weeks.

Dissertation or Internship, where, in either case, the skills to apply mathematics in a wide range of industrial and technological problems are solidified.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

O n.º 1, do art. 18.º, do Decreto-Lei 74/2006 de 24 de Março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, regulamenta os ciclos de estudos conducentes à obtenção do grau académico de Mestre. Assim, de acordo com o disposto no citado Decreto-Lei, o número total de créditos necessário para a conclusão de um 2º ciclo de estudos situa-se entre os 90 e os 120 ECTS, com uma duração de até quatro semestres letivos. Na proposta apresentada optou-se por 120 ECTS a realizar em dois anos, o que corresponde à prática corrente em cursos similares do espaço nacional e europeu. Esta opção tem em vista assegurar aos estudantes condições de mobilidade, de formação e de integração profissional semelhantes, em duração e conteúdo, às dos restantes estados que integram este espaço.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

No. 1, of art. 18, of Decree-Law 74/2006 of March 24th, as amended by Decree-Law 115/2013 of August 7th, regulates the study cycles leading to the achievement of a Master's degree. Thus, according to the provisions of the aforementioned Decree-Law, the total number of credits required to complete a Master's degree is between 90 and 120 ECTS, with a duration of up to four semesters. In the presented proposal, we opted for 120 ECTS to be carried out in two years, which matches the current practice in similar degrees both nationally and across Europe. This option aims to provide students with mobility, training and professional integration conditions, similar in duration and content to those of other states in the same geographical area.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Foi pedido aos professores das diversas áreas disciplinares que elaborassem um estudo para cada unidade curricular, sobre o tipo de trabalhos a desenvolver e a respetiva estimativa de tempo a despendar pelos alunos para serem cumpridos os objetivos da unidade curricular. Foi também pedida uma estimativa do tempo semanal necessário para o estudo das matérias lecionadas bem como a estimativa do tempo necessário para estudo antes de cada prova de avaliação. Estes dados foram adicionados aos dados das horas de contacto, avaliação e apoio tutorial.

Em alguns casos houve necessidade de realizar ajustamentos no número de horas de esforço semanal proposto para a unidade curricular, procedendo a alterações nos conteúdos ou métodos de avaliação, de forma a que os ECTS para cada unidade curricular fossem 6 (sempre que possível) - facilitando-se assim a mobilidade de alunos entre cursos.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

Teachers from various subject areas were asked to draw up a study for each curricular unit, on the type of work to be carried out and the estimated time to spend by the students to meet the objectives set forth. An estimate of the weekly time required to study the subjects taught was also requested, as well as an estimate of the study time required before each test/exam. This data was added to the hours of contact, of assessment and of tutorial guidance.

Sometimes there was a need to make adjustments in the number of hours of proposed weekly effort for a curricular unit, making changes to the contents or assessment methods, so that the number of ECTS for each curricular unit were 6 (whenever possible) - facilitating thus the mobility of students between other courses taught at ISEL.

4.7. Observações

4.7. Observações:

As unidades curriculares optativas, disponibilizadas pelas áreas departamentais do ISEL em cursos de segundo ciclo, são escolhidas de acordo com o perfil do aluno, sob orientação da Coordenação de Curso, seguindo os critérios e elencos fixados pelo Conselho Técnico-Científico (CTC).

De seguida são apresentadas as unidades curriculares optativas já sugeridas pelas áreas departamentais e aprovadas pelo CTC. Saliente-se que outras unidades curriculares poderão ser apresentadas, pelas áreas departamentais, como optativas neste ciclo de estudos.

As opções estão divididas em três grupos no plano de estudos:

- Grupo 1: da área do ciclo de estudos, das quais os alunos têm obrigatoriamente que escolher uma nos primeiro e segundo semestres do curso (podendo escolher as restantes duas como opcionais do Grupo 2) e que são identificadas no plano de estudos por Opção Grupo 1A a Opção 1B;
- Grupo 2: da área do ciclo de estudos (que incluem as opções do Grupo 1) ou de outras áreas e que são identificadas no plano de estudos por Opção Grupo 2C a Opção Grupo 2H;
- Grupo 3: da área de Ciências Sociais, Jurídicas e Artísticas.

Clarificamos o intervalo de variação dos 36 ECTS optativos por área científica:

MAT 0 - 36

CE 0 - 36

OUT 0 - 6,5

Unidades curriculares opcionais

GRUPO 1

- Aplicações com Equações às Derivadas Parciais (semestre de inverno)
- Criptografia e Teoria de Códigos (semestre de inverno)
- Métodos Numéricos para Equações às Derivadas Parciais (semestre de verão)
- Geometria Computacional (semestre de verão)
- Modelação Estocástica (semestre de verão)

GRUPO 2

Área Departamental de Engenharia Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores:

- Inteligência Artificial e Sistemas Cognitivos (semestre de inverno)
- Compressão e Codificação de Dados (semestre de inverno)
- Aprendizagem e Mineração de Dados (semestre de inverno)
- Segurança em Redes de Computadores (semestre de verão)
- Mineração de Dados em Larga Escala (semestre de verão)

Área Departamental de Matemática:

- Aplicações com Equações às Derivadas Parciais (semestre de inverno)
- Criptografia e Teoria de Códigos (semestre de inverno)
- Sistemas Dinâmicos para as Ciências da Vida (semestre de inverno)
- Métodos de Previsão (semestre de inverno)
- Topologia e Introdução à Análise Funcional (semestre de inverno)
- Cálculo de Variações (semestre de inverno)
- Métodos Numéricos para Equações às Derivadas Parciais (semestre de verão)
- Geometria Computacional (semestre de verão)
- Estatística Bayesiana (semestre de verão)
- Modelação Avançada e Simulação (semestre de verão)
- Teoria da Medida (semestre de verão)
- Modelação Estocástica (semestre de verão)
- Métodos Matemáticos para Processamento de Imagem (semestre de verão)

GRUPO 3

Área Departamental de Engenharia Eletrotécnica de Energia e Automação:

- Gestão de empresas (semestre de inverno)

Área Departamental de Engenharia Química:

- Empreendedorismo (semestre de inverno)

4.7. Observations:

The optional curricular units, made available by ISEL's departments in Master's degrees, are chosen according to the student's profile, under the guidance of the Course Coordinating Committee, following the criteria set by the Technical-Scientific Council (CTC).

The following optional curricular units were already suggested by various departments and approved by the CTC. Other curricular units may be presented, by the departments, as optional in the future.

The options are divided into three groups in the study plan:

- Group 1: from the main area of study, where students must choose one both in the first and second semesters of the course (the remaining two being optional, picked from Group 2) and which are identified in the study plan by Group 1A Option up to Group 1B Option;
- Group 2: from the main area (which includes Group 1), or other areas, and which are identified in the study plan by Group 2C Option up to Group 2H Option;
- Group 3: from the area of Social, Legal and Artistic Sciences.

We clarify the range of variation of the optional 36 ECTS by scientific area:

MAT 0 - 36

CE 0 - 36

OUT 0 - 6.5

Optional curricular units

GROUP 1

- *Applied Partial Differential Equations (winter semester)*
- *Cryptography and Code Theory (winter semester)*
- *Numerical Methods for Partial Differential Equations (summer semester)*
- *Computational Geometry (summer semester)*
- *Stochastic Modelling (summer semester)*

GROUP 2

Department of Electronics, Telecommunications and Computers Engineering:

- *Artificial Intelligence and Cognitive Systems (winter semester)*
- *Data Coding and Compression (winter semester)*
- *Machine Learning and Data Mining (winter semester)*
- *Computer Networks Security (summer semester)*
- *Big Data Mining (summer semester)*

Department of Mathematics:

- *Applied Partial Differential Equations (winter semester)*
- *Cryptography and Code Theory (winter semester)*
- *Dynamical Systems for Life Sciences (winter semester)*
- *Forecasting Methods (winter semester)*
- *Topology and Introduction to Functional Analysis (winter semester)*
- *Calculus of Variations (winter semester)*
- *Numerical Methods for Partial Differential Equations (summer semester)*
- *Computational Geometry (summer semester)*
- *Bayesian Statistics (summer semester)*
- *Advanced Modelling and Simulation (summer semester)*
- *Measure Theory (summer semester)*
- *Stochastic Modelling (summer semester)*
- *Numerical Methods for Image Processing (summer semester)*

GROUP 3

Department of Electrical Engineering:

- *Business Management (winter semester)*

Department of Chemical Engineering:

- *Entrepreneurship (winter semester)*

5. Corpo Docente

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

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

Luís Manuel Ferreira da Silva, Sérgio Paulo Fino de Sousa Lopes, Teresa Maria de Araújo Melo Quinteiro

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Alda Cristina Jesus Valentim Nunes de Carvalho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Ana Alexandra Antunes Figueiredo Martins	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Estatística e Análise de Dados	100	Ficha submetida
Ana Filipa Martinó da Silva Pontes Prior	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Cristina Inês Camus	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Energia	100	Ficha submetida
	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida

Cristina Isabel
Caetano Ferreira
Januário

Filipe Santiago Cal	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Gonçalo Caetano Marques	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Gonçalo Nuno Rosado Morais	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Iola Maria Silvério Pinto	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria da Silva João	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Jose Firmino Aguilar Madeira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica (Otimização e Análise)	100	Ficha submetida
José Alberto de Sousa Rodrigues	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge das Neves Duarte	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Sistemas Dinâmicos	100	Ficha submetida
José Leonel Linhares da Rocha	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Lucía Fernández Suárez	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Luís Manuel Ferreira da Silva	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Isabel Esteves Coelho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Nuno David de Jesus Lopes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ricardo Mariano Roque Capela Enguiça	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Sandra Maria da Silva Figueiredo Aleixo	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Sérgio Paulo Fino de Sousa Lopes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Sónia Raquel Ferreira Carvalho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Teresa Maria de Araújo Melo Quinteiro	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Tiago Gorjão Clara Charters de Azevedo	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Física-Matemática	100	Ficha submetida
				2400	

<sem resposta>

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

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

5.4.1.1. Número total de docentes.

24

5.4.1.2. Número total de ETI.

24

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	24	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	24	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	21	87.5
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	0

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	24	100
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0

Pergunta 5.5. e 5.6.

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

A avaliação de desempenho do pessoal docente rege-se pelas disposições regulamentares estabelecidas para o IPL ("Regulamento do Processo de Avaliação de Desempenho e Posicionamento Remuneratório dos Docentes no Instituto Politécnico de Lisboa" publicado no Diário da República, 2ª série - nº 152 - 6 de Agosto de 2010 Despacho n.º 15508/2010, alterado pelo Despacho nº 10380/2011) e pelas específicas ao ISEL. Estas últimas sob responsabilidade do Conselho Técnico-Científico do Instituto, incluem as modalidades e os atributos seguintes: preenchimento continuado durante o período de avaliação de uma base de dados do docente, tendo em vista a avaliação quer de desempenho pedagógico (número de horas

leccionadas, material de apoio, resultados dos inquéritos aos alunos), quer a atualização permanente (quantidade e tipo de publicações, obtenção de graus, participação em projetos com mérito científico, etc.).

[Ligação à base de dados: www.isel.pt/plnst/elSEL/Login_avaliacao_desempenho.php]

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The performance assessment is governed by the regulations established by IPL (" Rules of Procedure Performance Assessment and Positioning Remuneration of Teachers in Lisbon Polytechnic Institute " published in the Official Gazette, 2. Grade - n 152 - 6 August 2010 Order no. 15508/2010, modified by Order no. 10380/2011) and ISEL specific ones. The latter, under the responsibility of the Institute's Technical-Scientific Council, include the following modalities and attributes: continued filling during the evaluation period of a teacher's database, for the assessment of both teaching performance (number of hours taught, background material, student survey results), and permanent update (quantity and type of publications, academic degrees obtained, participation in projects with scientific merit, etc.).

[Database connection: www.isel.pt/plnst/elSEL/Login_avaliacao_desempenho.php]

5.6. Observações:

<sem resposta>

5.6. Observations:

<no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Não aplicável.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Not applicable.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

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

Não aplicável.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Not applicable.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

- Salas de Aulas: 833 m²
- Auditórios (5, partilhados pelos utentes do ISEL): 711 m²
- Gabinetes: 900 m²
- Salas de Reuniões: 30 m²
- Biblioteca (partilhada pelos utentes do ISEL): 707 m²
- Laboratório de Física: 150 m²
- Lab4Mat (Laboratório Informático da Área Departamental de Matemática): 150 m²
- Laboratório de Informática: 150 m²

- *Laboratório de Química Analítica: 200 m2*
- *Laboratório de Química Orgânica: 200 m2*
- *Laboratório de Química Inorgânica: 125 m2*
- *Laboratório de Instrumentação e Controlo de Sistemas: 40 m2*
- *Laboratório de Eletricidade: 87 m2*
- *Laboratório de Mecânica dos Fluidos: 70 m2*
- *Laboratório de Robótica: 66 m2*
- *Laboratório de Electrónica I-IV: 194 m2*
- *Laboratório de Hardware I-III: 240 m2*
- *Laboratório de Multimédia: 50 m2*
- *Laboratório de Optoelectrónica: 47 m2*
- *Laboratório de Sinais: 40 m2*
- *Laboratório de Software: 90 m2*

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

- *Classrooms: 833 m2*
- *Auditoriums (5, shared by ISEL's users): 711 m2*
- *Offices: 900 m2*
- *Meeting Rooms: 30 m2*
- *Library (shared by ISEL's users): 707 m2*
- *Physics Laboratory: 150 m2*
- *Lab4Mat (Computer Laboratory of the Departament of Mathematics): 150 m2*
- *Computer Laboratory: 150 m2*
- *Analytical Chemistry Laboratory: 200 m2*
- *Organic Chemistry Laboratory: 200 m2*
- *Inorganic Chemistry Laboratory: 125 m2*
- *Instrumentation and Control Systems Laboratory: 40 m2*
- *Electricity Laboratory: 87 m2*
- *Fluid Mechanics Laboratory: 70 m2*
- *Robotics Laboratory: 66 m2*
- *Electronics Laboratory I-IV: 194 m2*
- *Hardware Laboratory I -III: 240 m2*
- *Multimedia Laboratory: 50 m2*
- *Optoelectronics Laboratory: 47 m2*
- *Signal Processing Laboratory: 40 m2*
- *Software Laboratory: 90 m2*

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

- *Bateria de reatores em série*
- *Estufas incubadoras de CO2 orbitais (10)*
- *Coluna de destilação descontínua*
- *Servidores (3)*
- *Computadores para alunos (73)*
- *Laboratórios (55)*
- *Cromatógrafo gasoso-Espectrómetro de massa*
- *Cromatógrafo Líquido*
- *Espectrómetro por dicroísmo circular*
- *Espectroscópio (3)*
- *Fotómetro de chama*
- *Leitor de microplacas*
- *Microscópios normal e de fase invertida*
- *Microscópio Hyperion 3000*
- *Câmara de fluxo laminar*
- *Kits didáticos para automação (7)*
- *Bancadas de ensaio e teste de equipamento eléctrico (8)*
- *Multímetros digitais (22)*
- *Osciloscópios analógicos (10)*
- *Fontes de alimentação AC/DC (7)*
- *Sistema de aquisição de sinais, com 20 canais*
- *Kits de sensores diversos (4)*

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

- *Continuous series of stirred reactors*
- *Normal and CO2 incubators and orbital shaker (10)*
- *Batch distillation column*
- *Servers (3)*

- *Computers for students (31)*
- *Laboratories (55)*
- *Gas chromatograph-Ion Trap (GC/MS)*
- *Liquid chromatograph*
- *Circular dichroism spectrometer*
- *Spectroscope (3)*
- *Flame photometer*
- *Fluorescence microplate reader*
- *Binocular microscope*
- *Hyperion 3000 microscope*
- *Laminar airflow cabinet*
- *Automation didactic kits (7)*
- *Workbenches to test electric equipment (8)*
- *Digital multimeters (22)*
- *Analog oscilloscopes (10)*
- *AC/DC power supply units (7)*
- *Signal acquisition system, with 20 channels*
- *Other sensor kits (4)*

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

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

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Centro de Análise Matemática, Geometria e Sistemas Dinâmicos / Center for Mathematical Analysis, Geometry and Dynamical Systems	Excelente / Excellent	Universidade de Lisboa / University of Lisbon	1	
Centro de Análise Funcional e Estruturas Lineares / Center for Functional Analysis, Linear Structures and Applications	Muito Bom / Very Good	Universidade de Lisboa / University of Lisbon	1	
Instituto de Engenharia Mecânica / Institute of Mechanical Engineering	Muito Bom / Very Good	Universidade de Lisboa / University of Lisbon	1	
Centro de Estatística e Aplicações / Centre of Statistics and its Applications	Muito Bom / Very Good	Universidade de Lisboa / University of Lisbon	2	
Centro de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica / Centre for Applied Mathematics and Economics	Muito Bom / Very Good	Universidade de Lisboa / University of Lisbon	1	
Centro de Matemática e Aplicações / Centre for Mathematics and Applications	Muito Bom / Very Good	Universidade Nova de Lisboa / Nova University of Lisbon	2	
Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática Aplicada / Center for Research & Development in Mathematics and Applications	Muito Bom / Very Good	Universidade de Aveiro / University of Aveiro	1	
Centro de Investigação em Matemática e Aplicações / Research Center for Mathematics and Applications	Bom / Good	Universidade de Évora & Universidade da Madeira / University of Évora & University of Madeira	1	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/c6db537d-4797-5498-026e-5d77c3b19566>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/c6db537d-4797-5498-026e-5d77c3b19566>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Projectos

- FCT: "Foam4Ener", "Improving spatial estimation and survey design through preferential sampling in fishery and biological applications".
- IPL: "RenalPrognosis", "DrugsPlatform", "MoDMaPE, Modelos de diagnóstico para manutenção em parques eólicos", "EBME, Estudo biomecânico do movimento étendre", "CompDrill, Previsão da variabilidade em materiais compósitos, induzida por operações de furação", "V2MIP", "IGACFC", etc.
- Empresariais: GALP, ENACOL.

Educação

- Divulgação/Educação Matemática: "Ciência Viva", "Prosucesso do Governo Regional dos Açores", "OCJF", etc.
- Curso Preparatório de Matemática M23.

Adicional

- Coordenação de estágios em empresas como Galp, Exide, Sandometal.
- Orientação de teses de mestrado e de doutoramento.
- Organização de eventos científicos nacionais e internacionais como conferências e workshops.
- Cooperação com outras universidades portuguesas e estrangeiras (investigação; programas de mobilidade de docentes através dos protocolos existentes).

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Projects

- FCT: "Foam4Ener", "Improving spatial estimation and survey design through preferential sampling in fishery and biological applications".
- IPL: "RenalPrognosis", "DrugsPlatform", "MoDMaPE, Wind Farm Maintenance Diagnostic Models", "EBME, Biomechanical Study of Etendre Movement", "CompDrill, Variability Prediction of Composite Materials Drilling", "V2MIP", "IGACFC", etc.
- Business: GALP, ENACOL.

Education

- Dissemination / Mathematical Education: "Ciência Viva", "Prosucesso do Governo Regional dos Açores", "OCJF", etc.
- Mathematics Preparatory Course M23.

Additional

- Internship coordination in companies such as Galp, Exide, Sandometal.
- Orientation of master's and doctoral theses.
- Organization of national and international scientific events such as conferences and workshops.
- Cooperation with other portuguese and foreign universities (research; teacher mobility programs through existing protocols).

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Segundo dados em infocursos.mec.pt, relativos à taxa de desemprego registada no IEFP em 2017 para alunos licenciados entre os anos letivos de 2012/13 e 2015/16, os cursos no domínio da Matemática apresentam reduzidas taxas de desemprego: a média nacional situava-se nos 2,2%, que comparava favoravelmente com os 5,5% registados no agregado de todos os cursos do ensino público; para os cursos lecionados na área da grande Lisboa para os quais existem dados – Matemática (FC-UL, FCT-UNL), Matemática Aplicada (FC-UL), Matemática Aplicada à Economia e à Gestão (ISEG-UL), e Matemática Aplicada e Computação (IST-UL) – esta taxa era ainda menor e fixava-se nos 1,3%. Esta área apresenta

assim uma elevada capacidade de integração de profissionais, e sendo o Mestrado em Matemática Aplicada para a Indústria (MMAI) um segundo ciclo no mesmo domínio científico, especialmente dirigido ao tecido empresarial/industrial, é expectável que os índices de empregabilidade sejam no mínimo semelhantes.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

According to data in infocursos.mec.pt, relative to the unemployment rate registered in IEFP in 2017 for graduates between the 2012/13 and 2015/16 school years, mathematics degrees have low unemployment rates: the national average unemployment rate for mathematics degrees was 2.2%, which compares favorably with the 5.5% for all public education degrees; for the courses taught in the Lisbon area for which data are available - Mathematics (FC-UL, FCT-UNL), Applied Mathematics (FC-UL), Applied Mathematics for Economics and Management (ISEG-UL), and Applied Mathematics and Computing (IST-UL) - this rate was even lower and stood at 1.3%. This area thus has a high capacity for integration of professionals, and since the Master in Applied Mathematics for Industry (MMAI) is a second cycle of studies in the same scientific field, especially directed to business/industry, it is expected that the employability indexes will be at least similar.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

As licenciaturas na área de Matemática, na zona da grande Lisboa, têm ficado preenchidas na 1ª fase (DGES, 2012-2018) - 273 vagas para 1895 candidatos em 2018/19. Há assim consistentemente uma grande procura destes cursos na região de Lisboa, o que garante uma base de recrutamento alargada para mestrados em Matemática. Neste particular, há que salientar a Licenciatura em Matemática Aplicada à Tecnologia e à Empresa já assegurada pelo ISEL-IPL desde 2016/17. Com uma oferta de 30 vagas (173 candidatos em 2018/19), este curso orientado para o mundo empresarial/industrial afigura-se como principal plataforma de lançamento de alunos para o tipo de formação que o MMAI se propõe providenciar. Há ainda um claro potencial de captação junto de licenciados em Matemática/Ciências/Engenharia já empregados (reforçado pelo facto do MMAI funcionar em regime pós-laboral) que precisem de conhecimentos matemáticos mais especializados não adquiridos durante uma licenciatura.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Degrees in the field of Mathematics in Lisbon area have been filled in the first phase (DGES, 2012-2018) - 273 vacancies for 1895 candidates in 2018/19. There is thus a consistent high demand for these degrees in the region of Lisbon, which ensures a broad recruitment base for Masters in Mathematics. In this regard, it is important to highlight the Degree in Applied Mathematics to Technology and Enterprise already secured by ISEL-IPL since 2016/17. Offering 30 positions (173 candidates in 2018/19), this business/industry oriented course appears to be the main platform for launching students for the type of training that MMAI proposes to provide.

There is also a clear potential for attracting already employed Mathematics/Science/Engineering graduates (reinforced by the fact that MMAI operates on an after working hours regime) who need more specialized mathematical knowledge not acquired during an undergraduate degree.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

O ISEL tem estabelecidos diversos protocolos de cooperação com instituições do Ensino Superior tais como: Universidade Nova de Lisboa, Universidade de Évora, Universidade dos Açores, Universidade do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Instituto Politécnico de Coimbra e Universidade de Lisboa. Adicionalmente, o ISEL dispõe de um serviço de relações externas, com diversos núcleos nesta área (Relações Institucionais, Relações Empresariais, Relações Internacionais, Relação com o Cliente) que promove parcerias interinstitucionais que se concretizam em protocolos de cooperação, encontrando-se definidos os procedimentos nos Estatutos do ISEL. Estes protocolos são reconhecidos pelo Conselho Técnico-Científico (CTC) e sujeitos posteriormente à aprovação institucional do Presidente.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

ISEL has established several cooperation protocols with Higher Education institutions such as: Nova University of Lisbon, University of Évora, University of Azores, University of Porto, Polytechnic Institute of Porto, Polytechnic Institute of Coimbra and University of Lisbon. In addition, ISEL has an external relations service, with several nuclei in this field (Institutional Relations, Business Relations, International Relations, Customer Relations), which promotes inter-institutional partnerships that are embodied in cooperation protocols. According to ISEL statutes, these protocols are recognized by the Technical-Scientific Council (CTC) and subject to subsequent institutional approval by the President.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

- Universidade de Coimbra: Mestrado em Matemática (especialização em Análise Aplicada e Computação)
- Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico: Mestrado em Matemática e Aplicações (especialização em Matemática Aplicada e Industrial)
- Università degli Studi di Milano: Master programme in Industrial Mathematics
- Technical University of Eindhoven: Master in Industrial and Applied Mathematics
- Technical University of Denmark: MSc in Mathematical Modelling and Computation
- University of Oxford: MSc in Mathematical Modelling and Scientific Computing
- Chalmers University of Technology: MSc in Engineering Mathematics and Computational Science
- Universidad Carlos III de Madrid: Master in Mathematical Engineering
- Sofia University "St. Kliment Ohridski": MSc in Applied Mathematics - Computational Mathematics and Mathematical Modeling.
- Wrocław University of Technology: MSc in Applied Mathematics

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

- University of Coimbra: MSc in Mathematics (specialization in Applied Analysis and Computation)
- University of Lisbon, Instituto Superior Técnico: Master in Mathematics and Applications (specialization in Industrial and Applied Mathematics)
- Università degli Studi di Milano: Master programme in Industrial Mathematics
- Technical University of Eindhoven: Master in Industrial and Applied Mathematics
- Technical University of Denmark: MSc in Mathematical Modelling and Computation
- University of Oxford: MSc in Mathematical Modelling and Scientific Computing
- Chalmers University of Technology: MSc in Engineering Mathematics and Computational Science
- Universidad Carlos III de Madrid: Master in Mathematical Engineering
- Sofia University "St. Kliment Ohridski": MSc in Applied Mathematics - Computational Mathematics and Mathematical Modeling.
- Wrocław University of Technology: MSc in Applied Mathematics

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

A nossa proposta, tal como todos os ciclos de estudo referidos na alínea anterior, segue as recomendações do ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) para os mestrados em Matemática para a Indústria. Nomeadamente, os objetivos gerais de formar estudantes com capacidades matemáticas e computacionais para resolver problemas da indústria (em sentido lato), através do treino de competências analíticas, de modelação, de programação e de simulação, do conhecimento de métodos numéricos e promoção de experiência com modelos matemáticos na indústria.

A estrutura maioritária é de 4 semestres, com uma componente letiva de 90 ECTS e uma dissertação de 30 ECTS a realizar no quarto semestre.

Nesta proposta, reforçamos as competências de modelação com a inclusão de um seminário de modelação no terceiro semestre.

Sublinha-se a possibilidade de, em alternativa à dissertação o aluno poder realizar um estágio profissional numa das empresas/instituições parceiras.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Our proposal, like all study cycles referred in the previous paragraph, follows the recommendations of the European Consortium for Mathematics in Industry (ECMI) for Masters in Industrial Mathematics. In particular, the general objectives of training students with mathematical and computational skills to solve industry problems (in a broad sense), by training in analytical, modeling, programming and simulation skills, knowledge of numerical methods and promotion of experience with mathematical models in industry.

The most common structure is 4 semesters, with a teaching component of 90 ECTS and a dissertation of 30 ECTS in the fourth semester.

In this proposal, we reinforce modeling skills by including a modeling seminar in the third semester. It is emphasized the possibility that, as an alternative to the dissertation, the student can undergo a professional internship in one of the partner companies/institutions.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - GALP Energia, S.A.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

GALP Energia, S.A.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._GALP_protocolo_adenda.pdf](#)

Mapa VII - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._LNEC_protocolo_adenda.pdf](#)

Mapa VII - WURTH Portugal

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

WURTH Portugal

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._WURTH_protocolo_adenda.pdf](#)

Mapa VII - Transportes Paulo Duarte, Lda

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Transportes Paulo Duarte, Lda

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Paulo Duarte_protocolo_adenda.pdf](#)

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

Para os estágios e/ou formação em serviço existirá pelo menos um orientador pertencente à Área Departamental de Matemática, que detém as condições previstas no art. 21º do Decreto-Lei n.º 74/2006, e que fará o acompanhamento científico do aluno. Esse orientador estará em permanente contacto com o(s) orientador(es) da empresa/instituição onde o estágio é realizado.

A instituição disponibilizará, sempre que necessário, uma viatura para que sejam realizadas as deslocações dos docentes responsáveis pelo acompanhamento dos estudantes em estágio e/ou períodos de formação em serviço, às empresas/instituições onde estes se realizarão. O ISEL disponibiliza aos seus docentes e alunos o acesso e utilização do Sistema de Gestão de Aprendizagem Moodle, com o qual lhes será possível contactarem e partilharem informação de forma permanente e eficaz.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

For the internship, the student will have at least one scientific supervisor of the Department of Mathematics, which meets the conditions set in the art. 21st of the Decree-Law no. 74/2006. The supervisor (s) will be in close contact with the supervisor(s) of the enterprises/institution where the internship takes

place.

The institution will provide, whenever required, a vehicle for the transportation of the professor, responsible for supervising the student, to the enterprises/institutions where the internship takes place. ISEL offers its teaching staff and students the access and use of the Moodle Learning Management System, with which the students in internships and their mentors may have a permanent and effective contact and information sharing.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

[11.4.1_mecanismos_de_avaliaca_selecao_orientadores_estagio.pdf](#)

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	---	---

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

Ciclo de estudos contribuindo para a sustentabilidade e desenvolvimento dos sectores económicos; composição da estrutura curricular face aos objetivos propostos; baixos custos marginais na criação e funcionamento do curso; ligação entre o mundo académico e o mundo empresarial; afirmação do ISEL junto de potenciais formandos e das empresas; possibilidade de integração rápida dos diplomados do Mestrado em Matemática Aplicada para a Indústria no mercado de trabalho, dada a elevada empregabilidade na área da Matemática; corpo docente altamente qualificado e relativamente jovem, onde um número significativo de docentes integra (ou colabora com) centros de investigação reconhecidos; instalações próprias (ISEL) em localização privilegiada.

12.1. Strengths:

Study cycle contributing to the sustainability and development of the economic sectors; composition of the curriculum structure according to the proposed objectives; low marginal costs in setting up and running the course; connection between the academic and business worlds; affirmation of ISEL towards potential trainees and companies; possibility of rapid integration of graduates of the Master in Applied Mathematics for Industry in the labor market, given the high employability in Mathematics; relatively young and highly qualified teaching staff, where a significant number of its members integrate (or collaborate with) recognized research centers; own facilities (ISEL) in prime location.

12.2. Pontos fracos:

Fraca qualidade de algumas instalações e equipamentos; investimento reduzido no reapetrechamento de laboratórios de diferentes tipos, bem como na aquisição de materiais/consumíveis, decorrente da disponibilidade financeira limitada; fraca afirmação da instituição junto dos meios de comunicação social.

12.2. Weaknesses:

Poor quality of some facilities and equipment; reduced investment in refurbishing laboratories of different types, as well as in the purchase of materials / consumables due to limited financial availability; weak coverage of the institution by the media.

12.3. Oportunidades:

Criar uma oferta formativa numa área de especialização com procura em grande crescimento no mundo empresarial/industrial; suscitar novos temas de investigação; potenciar o desenvolvimento tecnológico e económico do sector empresarial/industrial; possibilidade de prestação de serviços em áreas afins ao curso; fomentar a interdisciplinaridade no ISEL; possível inserção do ISEL como pólo na rede europeia de Matemática para a Indústria (ECMI - European Consortium for Mathematics in Industry) e consequente visibilidade acrescida a nível internacional; participar em projetos de I&D, tanto a nível nacional como comunitário, e assim contribuir para a produção científica/tecnológica nacional.

12.3. Opportunities:

Create a training offer in a rapidly growing area of expertise in the business/industrial world; raise new research topics; enhance the technological and economic development of the business/industrial sector; possibility of providing services on areas related to the course; foster interdisciplinarity at ISEL; possible insertion of ISEL in the European Consortium for Mathematics in Industry (ECMI) network and consequent increased international visibility; participation in R&D projects at both national and european levels, thus contributing to the national scientific/technological output.

12.4. Constrangimentos:

Possíveis quebras no ambiente económico, com a consequente redução de recursos financeiros e ofertas de trabalho; uma eventual flutuação negativa no número de candidatos ao ensino superior; perda eventual da capacidade financeira de potenciais formandos para suportar os custos associados à frequência de um curso superior.

12.4. Threats:

Possible crashes in the economic environment, with the consequent reduction of financial resources and job offers; a possible negative fluctuation in the number of higher education applicants; eventual loss of the financial capacity of potential trainees to bear the costs associated with attending a college degree.

12.5. Conclusões:

Devido à crescente complexidade dos desafios empresariais/industriais, este sector tem sido fonte de uma crescente procura de profissionais com conhecimentos mais especializados na área da Matemática (que frequentemente não tiveram oportunidade de adquirir durante uma licenciatura).

Tomando como referência a análise SWOT realizada, em conjunto com os dados disponibilizados pela DGES, pode concluir-se a existência de uma oportunidade clara associada às necessidades existentes no mundo empresarial/industrial.

O carácter integrador da formação em Matemática Aplicada para a Indústria traduz-se num perfil que não se encontra em cursos tradicionais de Matemática e de Engenharia, constituindo-se assim como uma efetiva mais-valia na resposta aos desafios atuais nas empresas/indústria. O plano curricular proposto permite formar profissionais essencialmente alinhados com o ramo identificado pelo ECMI como Tecnomatemática (<https://ecmiindmath.org/education/ecmi-model-master-in-mathematics-for-industry/>), combinando uma forte componente matemática com outra complementar em ciências da Engenharia (incluindo uma atenção especial ao domínio do tratamento de dados em larga escala), disponibilizando assim ao mercado de trabalho profissionais com as competências ajustadas às necessidades. A formação ministrada no âmbito do curso proposto constituirá um contributo importante para o desenvolvimento do tecido económico, de modo a garantir a competitividade das organizações.

Sendo certo que podem surgir constrangimentos, considera-se que a atratividade e empregabilidade desta oferta formativa, bem como a crescente presença da Matemática junto do universo empresarial/industrial e a resiliência da instituição proponente (ISEL), serão determinantes para ultrapassar eventuais dificuldades futuras.

12.5. Conclusions:

Due to the increasing complexity of business/industrial challenges, this sector has been a source of growing demand for professionals with more specialized knowledge in the field of mathematics (often not acquired as an undergraduate).

With reference to the SWOT analysis carried out, together with the data provided by DGES, it can be concluded that there is a clear opportunity associated with existing needs in the business / industrial world.

The integrative character of the training in Applied Mathematics for Industry translates into a profile that is not found in traditional Mathematics and Engineering courses, thus constituting an effective added value in response to current challenges in companies/industry. The proposed curriculum allows for training professionals essentially aligned with the branch identified by the ECMI as Technomathematics (<https://ecmiindmath.org/education/ecmi-model-master-in-mathematics-for-industry/>), combining a strong

mathematical component with another in Engineering Sciences (including special attention to the field of big data processing), thus providing professionals with skills suiting the labor market's needs. The training provided under the proposed course will make an important contribution to the development of the economic network in order to ensure the competitiveness of organizations.

Although constraints may arise, it is considered that the attractiveness and employability of this educational offer, as well as the growing presence of mathematics in the business / industrial universe and the resilience of the proposing institution (ISEL), will be crucial to overcome any future difficulties.