

NCE/17/00020 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior:

Universidade Nova De Lisboa

A1.a. Outras Instituições de ensino superior:

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

A3. Designação do ciclo de estudos:

Matemática Aplicada à Gestão do Risco

A3. Study programme name:

Applied Mathematics to Risk Management

A4. Grau:

Licenciado

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Matemática

A5. Main scientific area of the study programme:

Mathematics

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

461

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

462

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

343

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

180

A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 Decreto-Lei 63/2016, de 13 de setembro):

3 anos (6 semestres)

A8. Duration of the study programme (art.º 3 Decree-Law 63/2016, September 13th):

3 years (6 semesters)

A9. Número máximo de admissões (artº 64º, Lei 62/2007 de 10 de Setembro):

20

A10. Condições específicas de ingresso:

Podem candidatar-se ao curso através do Concurso Nacional do Ensino Superior os estudantes que concluíram com aproveitamento o 12º ano. As provas específicas requeridas são:
19 Matemática A

Nota de candidatura: 95 pontos (numa escala de 200 pontos)
Prova de ingresso: 95 pontos (numa escala de 200 pontos)

Fórmula de cálculo:
Média do Ensino Secundário: 60%
Prova de ingresso: 40%

A10. Specific entry requirements:

The program accepts candidates that have completed the 12th year of secondary school through the National University Access Call. The specific courses required are:
19 Mathematics A

Application mark: 95/200
Admission examination 95/200

Computation rule:
Secondary School Grade Average: 60%
Admission examination: 40%

Pergunta A11

Pergunta A11

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

Não

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

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

Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:	Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:
---	--

<sem resposta>

A12. Estrutura curricular

Mapa I -

A12.1. Ciclo de Estudos:

Matemática Aplicada à Gestão do Risco

A12.1. Study Programme:

Applied Mathematics to Risk Management

A12.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Matemática/Mathematics	M	156	3
Informática/Informatics	I	6	0
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	6	0
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	6
(5 Items)		171	9

Perguntas A13 e A16**A13. Regime de funcionamento:***Diurno***A13.1. Se outro, especifique:***<sem resposta>***A13.1. If other, specify:***<no answer>***A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:***Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica***A14. Premises where the study programme will be lectured:***Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica***A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):**[A15_RegCredComp_DR_16junho2016.pdf](#)**A16. Observações:**

Atualmente a avaliação de risco reveste-se de fundamental importância em diversas áreas (banca, seguros, segurança social, fundos de pensões, finanças e economia). É necessária uma forte formação em matemática aplicada, complementada com conhecimentos de economia e informática, que permita dar resposta aos atuais desafios, tais como identificação, quantificação, mitigação e gestão dos riscos de instituições financeiras e/ou seguradoras. A exigência, pelas instituições internacionais de referência, na utilização de metodologias matemáticas, estatísticas, atuariais e financeiras é cada vez maior, constituindo em algumas profissões um requisito fundamental de acesso às mesmas, por exemplo o Atuário. Estas exigências têm carácter normativo e/ou legal na maioria dos países, havendo necessidade de iniciar, ao nível do 1º ciclo, a formação exigida nos Core Syllabi internacionais (http://www.actuaries.org/CTTEES_EDUC/Documents/SRTF_New_Syllabus_Feb2016.pdf). Esta proposta é o primeiro passo para dar resposta às novas exigências profissionais nacionais e internacionais, apostando numa formação de qualidade. A criação de um novo 1º ciclo insere-se numa visão estratégica do Departamento de Matemática para formação de atuários (ao nível do 2º ciclo) com reconhecimento internacional ao nível das exigências profissionais instituídas pelo Core Syllabus atuarial.

A estrutura curricular apoia-se na existente Licenciatura em Matemática e é constituída por um ano e meio de unidades curriculares (UC) de áreas fundamentais da Matemática, servindo de base a temáticas subsequentes de gestão do risco. A partir do 4º semestre são introduzidas UC específicas de introdução à gestão do risco. Nos dois últimos semestres são lecionadas UC específicas da área com forte componente aplicada na resolução de Case Studies, o mais próximo possível do mercado de trabalho, mantendo-se algumas UC que fornecem bases teóricas essenciais para a progressão nos estudos. Será mantido o perfil curricular da FCT NOVA contemplando as UC do período intercalar: Competências Transversais em Ciências e Tecnologia, Ciência, Tecnologia e Sociedade, Programa de Introdução à Prática Profissional e Programa de Introdução à Investigação Científica (escolhe-se uma UC destas últimas duas). Através da UC do Bloco Livre (Área Científica QAC - Qualquer Área Científica) existente, no sexto semestre, o estudante terá de obter 6 créditos ECTS em UC, de uma lista aprovada pelo Conselho Científico. Com esta oferta fornecer-se-ão aos alunos ferramentas adequadas para a análise de risco de banca e seguros, permitindo um vasto leque de saídas profissionais, nomeadamente ao nível das instituições bancárias, financeiras, seguradoras, consultoras, auditoras e entidades de supervisão de bancos, seguros e fundos de pensões. Pretende-se, ainda, proporcionar uma sólida formação que permita o ingresso em 2º ciclos de estudos na área da matemática aplicada, em particular, em Matemática Atuarial e Financeira e Estatística.

A16. Observations:

Currently, risk assessment is of fundamental importance in several areas (banking, insurance, social security, pension funds, finance and economics). Strong training in applied mathematics, supplemented by knowledge of economics and computer science, is required to meet current challenges such as identification, quantification, mitigation and

management of risks at financial institutions and/or insurers. The requirement by international institutions to use mathematical, statistical, actuarial and financial methodologies is increasing, and in some professions it is a fundamental requirement to access them, for example the Actuary profession. These requirements are normative and/or legal in most countries, and it is necessary to initiate, at this level, the training required in the international Core Syllabi (http://www.actuaries.org/CTTEES_EDUC/Documents/SRTF_New_Syllabus_Feb2016.pdf).

This programme is the first step to meet the new national and international professional requirements, having in mind quality training. The creation of this programme is part of a strategic vision of the Department of Mathematics for the training of actuaries (also at master degree level) with international recognition at the level of professional requirements of the Core Syllabus.

The curriculum plan is based on the existing Mathematics Degree and consists of one and a half years of courses in fundamental areas of Mathematics, serving as the basis for subsequent themes in risk management. From the 4th semester specific risk management introductory units are introduced. In the last two semesters, the courses are specific to the risk management with a strong applied component (Case Studies resolution, as close as possible to real risk management challenges), some providing essential theoretical bases for further progression in studies.

The curricular plan conforms to the FCT Curricular profile, characterized by the presence of several units that develop transferable skills (Soft Skills for Science and Technology), introduction to research or professional practice and some vision about science, technology and society (Science, Technology and Society). There is also the "Unrestricted Elective" slot present in the study plan in the 6th semester, indicated as contributing to the Scientific Area QAC (Any Scientific Area), where the student must obtain 6 ECTS from a list of courses, annually approved by the Scientific Council of FCT NOVA, from all scientific areas of the school.

This offer will provide students with adequate tools for banking and insurance risk analysis, allowing a wide range of professional exits, namely at the level of banking institutions, financial institutions, insurance companies, consultants, auditors and bank supervisory entities, insurance and pension funds. It is also intended to provide a solid training that allows continuity of studies at a master level in applied mathematics, in particular in Actuarial and Financial Mathematics and Statistics.

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Aprovação pelo Reitor da UNL, ouvido o Colégio de Diretores

1.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da UNL, ouvido o Colégio de Diretores

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

[1.1.2._Despacho_Senhor_Reitor_Matematica_Aplicada_Gestao_Risco_13-10-2017.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico da FCT NOVA

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

[1.1.2._Declaração do CC_LMAGR.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

[1.1.2._Declaração do CP_LMAGR.pdf](#)

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

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

A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

Rui Manuel Rodrigues Cardoso

2. Plano de estudos

Mapa III - - 1º ano/1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:*Matemática Aplicada à Gestão do Risco***2.1. Study Programme:***Applied Mathematics to Risk Management***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*1º ano/1º semestre***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I F/ Mathematical Analysis I F	M	Semestral/Semester	168	TP:84	6	Obrigatória/Mandatory
Álgebra Linear I / Linear Algebra I	M	Semestral/Semester	161	TP:84	6	Obrigatória/Mandatory
Introdução à Programação B/ Introduction to Programming B	I	Semestral/Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Introdução à Lógica e Matemática Elementar / Introduction to Logic and Elementary Mathematics	M	Semestral/Semester	245	TP:84	9	Obrigatória/Mandatory
Métodos Computacionais em Estatística / Computation Methods in Statistics	M	Semestral/Semester	84	TP:28	3	Obrigatória/Mandatory

(5 Items)

Mapa III - - 1º ano/2º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática Aplicada à Gestão do Risco***2.1. Study Programme:***Applied Mathematics to Risk Management***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*1º ano/2º semestre***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

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

Análise Matemática II F / Mathematical Analysis II F	M	Semestral/Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Álgebra Linear II / Linear Algebra II	M	Semestral/Semester	245	T:42; PL:42	9	Obrigatória/Mandatory
Geometria / Geometry	M	Semestral/Semester	161	T:42; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Probabilidades e Estatística I / Probability and Statistics I	M	Semestral/Semester	161	T:42; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Competências Transversais em Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology (5 Items)	CC	Semestral/Semester	80	TP:10; PL:50	3	Obrigatória/Mandatory

Mapa III - - 2º ano/3º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática Aplicada à Gestão do Risco

2.1. Study Programme:

Applied Mathematics to Risk Management

2.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/3º semestre

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III F / Mathematical Analysis III F	M	Semestral/Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Álgebra I / Algebra I	M	Semestral/Semester	245	T:42; PL:28	9	Obrigatória/Mandatory
Probabilidades e Estatística II / Probability and Statistics II	M	Semestral/Semester	245	T:42; PL:28	9	Obrigatória/Mandatory
Análise Numérica I / Numerical Analysis I (4 Items)	M	Semestral/Semester	161	T:42; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory

Mapa III - - 2º ano/4º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática Aplicada à Gestão do Risco

2.1. Study Programme:

Applied Mathematics to Risk Management

2.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*2º ano/4º semestre***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática IV F / Mathematical Analysis IV F	M	Semestral/Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Estatística Aplicada / Applied Statistics	M	Semestral/Semester	164	T:28; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Economia / Economy	CHS	Semestral/Semester	84	TP:42	3	Obrigatória/Mandatory
Cálculo Financeiro / Financial Calculus	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Otimização Linear / Linear Optimization	M	Semestral/Semester	168	TP:70	6	Obrigatória/Mandatory
Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society	CHS	Semestral/Semester	80	TP:32; S:8	3	Obrigatória/Mandatory

(6 Items)

Mapa III - - 3º ano/5º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática Aplicada à Gestão do Risco***2.1. Study Programme:***Applied Mathematics to Risk Management***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***<sem resposta>***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***<no answer>***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***3º ano/5º semestre***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Multivariados / Multivariate Models	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Estatística Atuarial / Actuarial Statistics	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Introdução à Investigação Operacional / Introduction to Operational Research	M	Semestral/Semester	168	TP:70	6	Obrigatória/Mandatory
Medida, Integração e Probabilidades / Measure, Integration and Probability	M	Semestral/Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Processos Estocásticos e Aplicações / Stochastic Processes and Applications	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory

(5 Items)

Mapa III - - 3º ano/6º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática Aplicada à Gestão do Risco***2.1. Study Programme:***Applied Mathematics to Risk Management***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*3º ano/6º semestre***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Numérica II / Numerical Analysis II	M	Semestral/Semester	161	T:42; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Técnicas de Simulação em Gestão do Risco / Simulation Techniques in Risk Management	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Sistemas de Informação e Estatística / Statistics and Information Systems	M	Semestral/Semester	84	TP:42	3	Obrigatória/Mandatory
Matemática Financeira / Financial Mathematics	M	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestral/Semester	168	Depende da opção / selection dependent	6	Optativa/Optional
Programa de Oportunidades / Opportunities Program	M	Semestral/Semester	80	OT:7	3	Optativa/Optional

(6 Items)**Mapa III - - 3º ano / 6º semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades****2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática Aplicada à Gestão do Risco***2.1. Study Programme:***Applied Mathematics to Risk Management***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*3º ano / 6º semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades*

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program	M	Semestral / Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program (2 Items)	M	Semestral / Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional

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

3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

Tem por objetivo fornecer uma sólida e equilibrada formação em Matemática Aplicada, com uma forte componente em Matemática Fundamental e introduzindo gradualmente os formandos em áreas aplicadas (Estatística, Investigação Operacional, Matemática Atuarial e Financeira) cobrindo áreas essenciais ao desenvolvimento em ciclos posteriores e providenciando a integração profissional.

Pretende-se fornecer conhecimentos e capacidade de compreensão de modo a que o licenciado:

- Compreenda e utilize materiais de nível avançado;
- Aplique os conhecimentos adquiridos, evidenciando uma abordagem profissional ao seu trabalho;
- Tenha capacidade de resolver problemas e construir e fundamentar a sua argumentação;
- Seja capaz de recolher, selecionar e interpretar a informação relevante de modo a fundamentar as soluções e os juízos emitidos;
- Comunique informação, ideias, problemas e soluções, tanto a especialistas como a leigos;
- Consiga prosseguir uma aprendizagem ao longo da vida, com elevado grau de autonomia.

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The main purpose of the programme is to provide a solid and balanced basic training in Applied Mathematics, with a strong component in Fundamental Mathematics and gradually introducing applied areas (Statistics, Operational Research, Actuarial and Financial Mathematics) covering the main areas essential to be developed in subsequent cycles and providing professional integration.

It is intended to provide knowledge and understanding capability so that the licensee:

- understands and uses materials at advanced level;
- applies the knowledge acquired showing a professional approach to his/her work;
- has ability to solve problems, reasoning and giving his/her own arguments;
- to be able to collect, select and interpret relevant information to substantiate the solutions proposed and the opinions emitted;
- can communicate information, ideas, problems and solutions, both to experts and non-experts;
- to be entitled to continue learning throughout life, with a high degree of autonomy.

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

- Reforçar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes vindos do Ensino Secundário;
- Fornecer um conjunto de conhecimentos e capacidade de compreensão sólidos e abrangentes nas áreas fundamental e aplicada da Matemática;
- Saber usar métodos estatísticos e processos estocásticos no desenvolvimento de técnicas que permitem a previsão do risco, o apreamento e a gestão do risco de produtos financeiros a par da resolução de problemas em casos práticos trazidos por profissionais da indústria;
- Proporcionar a base necessária à prossecução de estudos na área da Matemática Aplicada, como por exemplo naquelas presentemente oferecidas pelo DM ao nível do 2º ciclo, Mestrado em Matemática e Aplicações, em particular na especialização de Atuariado, Estatística e Investigação Operacional e na especialização de Matemática Financeira, mas também em áreas a desenvolver em ciclos posteriores, nomeadamente em Matemática Atuarial, de acordo com as competências específicas do corpo docente do DM.

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

- To reinforce the knowledge acquired by students coming from Secondary School;
- To provide a solid and comprehensive set of knowledge and comprehension skills in the fundamental and applied areas of Mathematics;
- To know how to use statistical methods and stochastic processes in the development of techniques that allow prediction, pricing and risk management of financial products along with problem solving in practical cases brought by industry professionals;
- To provide the necessary basis for the pursuit of studies in the area of Applied Mathematics, such as those currently offered by the Department of Mathematics (Masters in Mathematics and Applications, in particular in the specialization of Actuarial Maths, Statistics and Operational Research and in the specialization of Financial Mathematics), but also in

areas to be developed in future program cycles, namely in Actuarial Mathematics, according to the specific competences of the faculty of the Department of Mathematics.

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

A FCT NOVA é uma instituição de ensino superior universitário dirigida às áreas de Ciência e Engenharia, que tem como missão desenvolver:

- a) Investigação científica competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;*
- b) Um ensino de excelência, com ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;*
- c) Uma base alargada de participação interinstitucional orientada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação;*
- d) Uma forte ligação à sociedade, transferência de conhecimentos, tecnologias e serviços, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.*

A criação da LMAGR, enquanto 1º ciclo, terá como objetivo principal fornecer uma base científica sólida em Matemática fundamental, e consequentemente introduzir conceitos propedêuticos na área da Matemática Aplicada com maior ênfase em Atuariado e Matemática Financeira, visando a preparação dos estudantes para o prosseguimento de estudos mais avançados e especializados. Os 2º ciclos oferecidos pelo DM, proporcionam ao estudante preparação mais aprofundada, quer este se oriente para a investigação científica quer para o mercado de trabalho em empresa.

No período intercalar entre semestres, do terceiro ano, o estudante poderá escolher entre uma primeira experiência de investigação (Programa de Introdução à Investigação Científica - PIIC) ou fazer um estágio orientado em meio empresarial (Programa de Introdução à Prática Profissional - PIPP). Serão estabelecidas parcerias com empresas nacionais que enquadram esta realização e aproveitadas as parcerias já existentes com o DM. O programa PIPP de cada um dos cursos de Licenciatura e de Mestrado Integrado tem um coordenador, que acompanha os estudantes na escolha do seu estágio de curta duração. Cada estágio tem um orientador na empresa e um orientador docente da FCT NOVA. Este último funciona como ponto de ligação e como avaliador do estudante.

Dentro da visão estratégica do DM, pretende-se criar um 2º ciclo de estudos em Matemática Atuarial, e como tal a criação desta licenciatura surge como antecâmara desse mestrado. Refira-se ainda a existência oferta do 3º ciclo do Programa Doutoral em Estatística e Gestão do Risco, e como tal a criação da LMAGR faz todo o sentido atendendo às altas qualificações do seu corpo docente neste domínio.

A FCT NOVA tem as competências necessárias para continuar a desenvolver a área do Atuariado, em que já foi uma referência nacional, que privilegia a interdisciplinaridade, muito solicitada, não só pelo seu interesse científico, como também pela exigência do mercado de trabalho, em bancos, seguradoras e outras empresas da área.

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

FCT NOVA is an institution of higher education directed to the areas of Science and Engineering, which aims to develop:

- a) Competitive scientific research at international level, specializing in interdisciplinary areas, including research focused at solving problems relevant to the society;*
- b) A school of excellence, with increasing emphasis on research, known nationally and internationally by competitive academic programs;*
- c) A broad base of institutional participation oriented to the integration of different scientific cultures, with a view to creating synergies for innovative teaching and research;*
- d) A strong connection to society, through the transfer of knowledge, technologies and services, either domestically or internationally, that can contribute to social development and the qualification of human resources.*

The program presented here, while as a first cycle of university education, has as main objective to provide a solid scientific basis in fundamental mathematics, and consequently to introduce preparatory concepts in Applied Mathematics, in particular in Actuarial and Financial Mathematics, aimed at preparing students for further advanced and specialized studies. The second cycles offered by the Department of Mathematics provide deeper preparation to the student, whether it is directed towards scientific research or for the job market in enterprises.

In the third year, the student can choose between having a first research experience (Undergraduate Research Opportunities Program) or having a professional internship (Undergraduate Practice Opportunities Program). Partnerships are established with national companies in the framework of student internships. The Undergraduate Practice Opportunities Program of any 1st cycle degree and integrated master programs has a coordinator, who monitors the students when they choose their short-term internship. Each internship has two advisors, one being a company collaborator and the other a teacher from FCT NOVA. This second adviser makes the bridge between the company and the faculty, and grades the work of the student.

One of the strategies of the Department of Mathematics is to create a second cycle in Actuarial Mathematics, and therefore this proposed first cycle appears as an antechamber of that second one. We should also recall that the Department of Mathematics already offers a third cycle, the Doctoral Program in Statistics and Risk Management, therefore the creation of this program makes perfect sense, given the high qualifications of its academic staff in this field.

FCT NOVA has the necessary skills to further develop the Actuarial area, in which it has once been a national reference, and which prioritizes the interdisciplinarity, highly requested, not only for its scientific interest, but also due to the thoroughness of the employment market, such as banks, insurance companies and others in this field.

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

3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

De acordo com os seus Estatutos, a Faculdade de Ciências e Tecnologia tem identidade e missão idênticas às da UNL, dirigidas às áreas de Ciências e de Engenharia. Na sua missão, enquanto instituição universitária que se pretende de referência, inclui-se o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares e a investigação orientada para a resolução dos problemas que afetam a sociedade, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, mas fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, erigindo o mérito como medida essencial da avaliação. Fundamentalmente, a política de ensino e investigação tem por objetivo promover a qualidade e reconhecimento destas atividades, devendo a investigação ser progressivamente incorporada nas estruturas curriculares dos ciclos de estudos, proporcionando uma oferta educativa atualizada e substancialmente diferenciadora. Por outro lado, a Faculdade dispõe de uma política de qualidade que visa assegurar a melhoria contínua das suas atividades, por forma a aumentar, de modo sustentado, a sua eficiência e corresponder às expectativas decorrentes do seu objeto social. Neste âmbito, o projeto educativo tem contemplado não só a criação de novas áreas de estudo, decorrentes da evolução da economia associada às mudanças sociais, como também a introdução de métodos de ensino e de avaliação conducentes a uma aprendizagem mais eficiente e a reestruturação da oferta formativa existente. Neste último caso, salienta-se a recente introdução, em todos os cursos de Licenciatura, de Mestrado e de Mestrado Integrado, de competências complementares, designadamente soft skills, contacto com empresas ou investigação e empreendedorismo, configurando o designado “Perfil Curricular FCT” como fator diferenciador dos diplomados da instituição e elemento facilitador da sua inserção na vida ativa (<http://www.fct.unl.pt/perfil-curricular-fct>). Com o intuito de progredir para uma escola “research oriented”, a Faculdade tem vindo a adotar uma política de incentivos para o desenvolvimento de atividades de investigação, potenciando o mérito dos seus docentes como referencial e, ainda, uma política promotora de transferência da tecnologia e do conhecimento gerados para a Sociedade através de parcerias com empresas, licenciamento de propriedade industrial e apoio à criação de empresas spin-off. A Faculdade atribui grande importância às atividades culturais que disponibiliza aos seus estudantes, considerando que valorizam a qualidade dos serviços educativos que oferece e que constituem elemento diferenciador para a notoriedade da Escola. Assim, para cada ano letivo é programado um extenso conjunto de atividades culturais de alto nível (palestras, conferências, debates, exposições de arte) com a intervenção de personalidades detentoras de elevado prestígio nacional e internacional.

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

According to its Statutes, the Faculty of Sciences and Technology identity and mission in the Sciences and Engineering areas are similar to those of the UNL – Universidade NOVA de Lisboa. As a higher education institution striving to be a reference, it includes the development of competitive research at international level that privileges interdisciplinary areas and research aimed at solving social problems, as well as an educational excellence offer increasingly focused on second and third cycles, but founded on solid first cycles with competitive academic programs at both national and international levels, adopting merit as the essential measure of assessment. Basically the policy for teaching and research aims at promoting quality and recognition of those activities, increasingly incorporating research in the curricular structures of

the study cycles, enabling an updated educational offer expected to be positively discriminated. On the other hand, the Faculty is enforcing a quality policy for the continuous improvement of its activities in order to increment its efficiency in a sustainable process leading to a better achievement of its social responsibilities. Therefore, its educational project includes not only the creation of new study areas that can follow economical evolution associated to social changes but also the introduction of teaching and assessment methods aimed at improving the learning efficiency, and the restructuring of the existent educational offer. About this last issue, it is worth mentioning the recent introduction, in all first and second study cycles and Integrated Master programs, of common competences, namely soft skills, undergraduate practice or research opportunities and entrepreneurship, leading to the so-called “Perfil Curricular FCT” (FCT Curricular Profile) as a differentiating feature of the institution graduates and a facilitator of their insertion in the active life (<http://www.fct.unl.pt/perfil-curricular-fct>). As the Faculty aims to become a research oriented school, a policy of incentives to research development is being adopted fostering the merit of its academic staff and, also, a policy aims at promoting the technology and knowledge transfer to the Society through partnerships with companies, licensing of industrial property and support to the creation of spin-off companies. Cultural activities are looked as an important aspect of the Faculty’s educational offer that contributes to a positive discrimination of the School. For each academic year a set of high-level cultural activities is scheduled, such as seminars, conferences, debates and art exhibitions, with the cooperation of prominent individualities holding high national and international prestige.

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

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da NOVA (FCT NOVA) inclui na sua missão o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional. Os objetivos da Licenciatura em Matemática Aplicada à Gestão do Risco da FCT NOVA aqui proposta, integra de forma coesa e flexível os objetivos de um 1º ciclo acessível a estudantes do ensino secundário das áreas Ciências e Tecnológicas e Ciências Socioeconómicas, e devido a esta última, alarga o leque atualmente existente de captação de alunos. Este curso visa a formação de diplomados com conhecimentos fortes em Matemática e especializados em subáreas de cariz aplicado numa lógica de empregabilidade, mas também com bases para aceder a um 2º Ciclo, dando continuidade à formação. Os objetivos da Licenciatura em Matemática Aplicada à Gestão do Risco não se sobrepõem com o de outra oferta educativa existente, mas sim complementa a já existente, Licenciatura em Matemática, partilhando com esta muitos dos recursos, pois o plano curricular combina, de forma equilibrada, os conteúdos da matemática fundamental com os da Matemática Aplicada, organizados em unidades curriculares especialmente adaptadas e/ou especificamente desenhadas, tendo em conta os objetivos do curso, e claramente alinhados com o projeto educativo, científico e cultural da FCT NOVA. O curso adequa-se ao “Perfil Curricular da FCT”, conjunto de características comuns a todos os cursos da escola que favorecem o desenvolvimento de competências transversais, potenciam a ligação à sociedade, e desenvolvem uma cultura de inovação, empreendedorismo, e

desenvolvimento científico. Refira-se ainda que estrutura curricular da proposta apresentada é coerente com a oferta de 2º ciclo do Departamento de Matemática, nomeadamente no Mestrado de Matemática e Aplicações, em particular nas especializações em Atuariado, Estatística e Investigação Operacional e Matemática Financeira, mas também com vista à criação futura de um Mestrado em Matemática Atuarial. Naturalmente, os diplomados da Licenciatura em Matemática Aplicada à Gestão do Risco têm acesso privilegiado a esta oferta de 2º ciclo, não necessitando complementar a sua formação. A criação da Licenciatura em Matemática Aplicada à Gestão do Risco é uma aposta estratégica da FCT NOVA, continuando a contribuir decisivamente para o desenvolvimento da educação avançada e investigação científica e inovação em áreas emergentes, sendo a escola pioneira na área da matemática atuarial no País.

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

The Faculty of Sciences and Technology (FCT NOVA) includes in its mission the development of competitive investigation in the international stage, as well as providing excellence in teaching, focusing on second and third study cycles that are based on solid first study cycles and conveyed by competitive academic programmes on a national and international level. The goals of the Applied Mathematics to Risk Management degree from FCT NOVA proposed herewith integrate in a cohesive and flexible way the objectives of an accessible degree to secondary school students in the field of Science and Technology as well as Socio-economic Sciences, and due to the latter, the existing rate of student uptake increases. This degree aims at the qualification of graduates with strong knowledge of mathematics and specialized in its applied subfields with sight on employability, but also foundations to access the second study cycle, continuing the education process. The goals of the Applied Mathematics to Risk Management degree do not overlap with another available educational offer, but complement the already existing degree, Mathematics, sharing many of the resources, as the curricular plan combines, in a balanced manner, the contents of fundamental mathematics with those of Applied Mathematics, organized in curricular units specially adapted and/or specifically designed, considering the focus of the course, and clearly aligned with the educational, scientific and cultural project of FCT NOVA.

The degree conforms to the “Perfil Curricular da FCT” (Curricular Profile of FCT), which is a set of characteristics common to all faculty degrees that favour the development of soft skills, enhance the connection to society, and develop a culture of innovation, entrepreneurship, and scientific development. It should be equally noted that the curricular structure of the submitted proposal is in line with the offer of the second cycle of the Department of Mathematics, namely the Masters in Mathematics and Applications, particularly in the specializations in Actuarial Maths, Statistics and Operational Research and in Financial Mathematics, but also aims for the future inception of a Masters in Actuarial Mathematics. Naturally, graduates of the Applied Mathematics to Risk Management degree have privileged access to this second cycle offer not needing to complement their education. The creation of the Applied Mathematics to Risk Management degree is a FCT NOVA strategic commitment, continuing to decisively contribute towards the development of advanced education, scientific research and innovation in emergent fields, being the pioneer in the field of actuarial mathematics in the country.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Análise Matemática I F / Mathematical Analysis I F

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Matemática I F / Mathematical Analysis I F

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

Paula Alexandra da Costa Amaral – TP:42h

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

Ana Margarida Fernandes Ribeiro – TP:42h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na reta real;*
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;*
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efetuar o seu cálculo;*
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respetivos resultados fundamentais;*
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- 6) Conhecer o desenvolvimento de Taylor e aplicações ao estudo de funções;*
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respetivas técnicas de cálculo;*
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respectivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.*

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge and skills to be able to:

- 1) Work with elementary notions of topology on the real line;*
- 2) Make small proofs using mathematical induction;*

- 3) Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;
- 4) Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;
- 5) Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;
- 6) Understand the Taylor development and its applications to the analysis of functions;
- 7) Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;
- 8) Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;
- 9) Be able to analyse the convergence of improper integrals.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Topologia elementar da reta real.
2. Indução Matemática e sucessões
3. Limites e Continuidade em \mathbb{R}
 - 3.1 Limite segundo Cauchy e Heine.
 - 3.2 Continuidade de uma Função. Teoremas de Bolzano e de Weierstrass. Continuidade da Função Composta e da Função Inversa. Funções Trigonómicas Inversas.
4. Cálculo Diferencial em \mathbb{R}
 - 4.1 Definição de Derivada e Interpretação. Derivada da Função Composta e da Inversa. Derivadas das Funções Trigonómicas Inversas. Teorema de Rolle, Lagrange. Teorema de Darboux e de Cauchy. Regra de Cauchy.
 - 4.2 Teorema de Taylor. Aplicações ao estudo de extremos e concavidades.
5. Cálculo Integral em \mathbb{R}
 - 5.1 Primitivação por Partes e por Substituição. Primitivação de Funções Racionais, de Funções Irracionais Transcendentes.
 - 5.2 Integral de Riemann. T. do Valor Médio. T. Fundamental do Cálculo Integral. Regra de Barrow. Integração por Partes e por Substituição. Cálculo de Áreas.
 - 5.3 Integrais impróprios. Critérios de Convergência.

3.3.5. Syllabus:

1. Basic topology of the real numbers.
2. Mathematical induction and sequences
3. Limits and Continuity in \mathbb{R}
4. Differential Calculus in \mathbb{R}
 - 4.1 Derivative Definition. Physical and Geometric Interpretation. Differentiability. Rolle's and Lagrange's Theorem. Darboux's and Cauchy's Theorem. Cauchy's Rule.
 - 4.2 Taylor's theorem and applications.
5. Integration in \mathbb{R}
 - 5.1 Primitives.
 - 5.2 Integral of Riemann. Theorem of the Mean Value. Fundamental Theorem of Integral Calculus. Barrow Rule. Integration by Parts and integration by Substitution. Calculus of Areas.
 - 5.3 Improper integrals. Convergence Criteria.

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

Os conteúdos programáticos 1 e 2 permitem satisfazer os objetivos 1, 2, 3 e 4. O conteúdo programático 3 permite cumprir os objetivos 5 e 6, sendo o objetivo 7 coberto pelo conteúdo programático 4. Finalmente, o conteúdo programático 5 cobre os objetivos 8 e 9. Globalmente, o programa definido permitirá ao aluno adquirir técnicas de análise e cálculo indispensáveis às restantes disciplinas científicas.

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

Topics 1 and 2 in the syllabus meet objectives 1, 2, 3 and 4. Topic 3 in syllabus allows to fulfill objectives 5 and 6, being objective 7 reached by syllabus content 4. Finally, syllabus content 5 meets objectives 8 and 9. Globally, the defined syllabus allows students to acquire analysis and calculus techniques mandatory to the other scientific disciplines.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa é coberto em aulas teórico-práticas e sessões de atendimento individual. As aulas consistem na exposição da matéria, ilustrada com exemplos de aplicação, apelando-se, sempre que adequado, à interpretação geométrica dos conceitos, e na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados. Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais de atendimento aos alunos ou em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor. A avaliação de conhecimentos é feita ao longo do semestre, contemplando dois testes e uma pequena componente de avaliação nas aulas. Os alunos que não obtenham aprovação durante o semestre podem repetir a avaliação na época de recurso.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The syllabus is covered in the theoretical and practical lectures and in individual sessions with students. The lectures consist in a theoretical exposition of the syllabus contents, illustrated by application examples, providing, whenever it is proper, a geometrical interpretation, and in the resolution of application exercises for the methods and results presented.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to attend students or in individual sessions previously scheduled between professors and students. Students are evaluated regularly during semester (two tests and a small component of evaluation from classes). At the end of semester, students not yet approved can repeat evaluation in an additionally evaluation season.

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

O apelo à interpretação geométrica e a exemplos ilustrativos, durante a exposição da matéria nas aulas, pretende motivar os estudantes para a relevância dos conceitos estudados e ainda desenvolver a sua capacidade de raciocínio intuitivo, posteriormente suportado por processos rigorosos de cálculo.

Os alunos terão oportunidade de testar estas capacidades nas aulas, com o apoio de um professor, ou em estudo individual, comparecendo eventualmente a sessões de atendimento individual, em caso de dificuldades.

A avaliação da unidade curricular incide sobre a aquisição das competências referidas.

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

In the lectures, the use of illustrative examples and geometric interpretations intends to motivate students for the relevance of the subjects under analysis and to develop skills in intuitive reasoning, followed by rigorous calculus.

Also, the lectures allow students to test these skills, under the supervision of a professor. Additionally, students can test these skills by themselves, scheduling individual appointments with professors in case of difficulties.

The evaluation of the curricular unit focuses in the acquisition of the mentioned capabilities.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Ana Alves de Sá e Bento Louro, *Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R}*
2. Alves de Sá, A. e Louro, B. - *Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R} , Exercícios Resolvidos, Vol. 1, 2, 3*
3. Anton, H. - *Cálculo, um novo horizonte, 6ª ed., Bookman, 1999*
4. Campos Ferreira, J. - *Introdução à Análise Matemática, Fundação Calouste Gulbenkian, 1982*
5. Sarrico, C. - *Análise Matemática, Leituras e Exercícios, Gradiva, 1997*
6. Larson, R.; Hostetler, R.; Edwards, B. - *Calculus with Analytic Geometry, 5ª ed, Heath, 1994*
7. Figueira, M. - *Fundamentos de Análise Infinitesimal, Textos de Matemática, vol. 5, Departamento de Matemática, FCUL, 1996*

Mapa IV - Álgebra Linear I / Linear Algebra I

3.3.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear I / Linear Algebra I

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

Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho - TP:42h

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

Herberto de Jesus da Silva – TP:42h

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

Proporcionar aos alunos conhecimentos básicos de Álgebra Linear, aproveitando o ensino para criar/fazer crescer no estudante a necessidade de fundamentar com rigor as suas afirmações. Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos,

aptidões e competências que lhe permitam

- *Trabalhar com noções elementares sobre matrizes;*
- *Discutir e resolver sistemas de equações lineares, usando matrizes;*
- *Compreender e trabalhar com as noções básicas inerentes à estrutura de espaço vectorial (vide programa);*
- *Compreender e trabalhar com as noções básicas inerentes ao conceito de aplicação linear (vide programa);*
- *Definir aplicações lineares quando o domínio tem dimensão finita;*
- *Compreender a relação entre aplicações lineares e matrizes e aplicá-la.*
- *Calcular determinantes de matrizes e aplicar as suas propriedades;*
- *Elaborar algumas demonstrações.*

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

Provide students with basic knowledge of linear algebra, using teaching to create/improve in them the need to rigorously

substantiate their claims. Students are supposed to acquire knowledge, skills and power to

- *Work with elementary notions about matrices;*
- *Discuss and solve systems of linear equations, using matrices;*
- *Understand and work with the basic notions on linear spaces (vide syllabus);*
- *Understand and work with the basic notions on linear transformations (vide syllabus);*
- *Define linear transformations when the domain is finite-dimensional;*
- *Understand the connection between linear transformations and matrices and apply it.*
- *Calculate determinants of matrices and apply their properties;*
- *Develop some proofs.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Matriz. Tipos especiais de matrizes. Operações básicas. Forma de escada e forma de escada reduzida. Transformações elementares em linhas e em colunas. Característica. Matriz elementar. Matriz invertível, sua inversa e algoritmo para o cálculo desta.*
2. *Sistema de equações lineares. Representação matricial de um sistema. Discussão e resolução de um sistema usando matrizes. Sistema homogéneo.*
3. *Espaço vetorial (real ou complexo). Subespaço vetorial. Interseção de subespaços vetoriais. Subespaço gerado por uma sequência finita de vetores. Independência linear. Bases e dimensão. Soma e soma direta de subespaços vetoriais. Espaço-linha e espaço-coluna de uma matriz.*
4. *Aplicação linear. Núcleo e subespaço imagem. Teorema da Extensão Linear. Matriz de uma aplicação linear (fixando bases) e aplicações desta noção. Matriz de mudança de base. Relação entre matrizes da mesma aplicação linear.*
5. *Determinantes. Propriedades e aplicações.*

3.3.5. Syllabus:

1. *Matrix. Special types of matrices. Basic operations. Row echelon form and reduced row echelon form. Elementary row operations and elementary column operations. Rank. Elementary matrix. Invertible matrix, its inverse and algorithm to calculate the inverse.*
2. *System of linear equations. Matrix representation of a system. How to discuss and how to solve a system using matrices. Homogeneous system.*
3. *(Real or complex) Vector space. Subspace. Intersection of subspaces. Subspace spanned by a finite sequence of vectors. Linear independence. Bases and dimension. Sum and direct sum of subspaces. Row-space and column-space of a matrix.*
4. *Linear transformation. Kernel and range. Extension by linearity Theorem. Matrix of a linear transformation (bases fixed) and applications of this notion. Transition matrix. Relationship between matrices of a given linear transformation through transition matrices.*
5. *Determinants. Properties and applications.*

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

O conteúdo do capítulo 1 é usado ao longo de todos os capítulos.
O conteúdo do capítulo 2 é não só uma aplicação de resultados do anterior, como também é ferramenta essencial para resolver questões relativas aos capítulos subsequentes.
O capítulo 3 dedica-se ao estudo elementar de conceitos e propriedades em espaços vetoriais reais e complexos. O conteúdo deste capítulo é usado no seguinte.
O capítulo 4 dedica-se ao estudo elementar das aplicações lineares. É de particular importância a noção de matriz de uma aplicação linear e aplicações deste conceito.
O capítulo 5 é dedicado aos determinantes de matrizes. Este assunto poderia ser tratado imediatamente após o capítulo 2. A opção tomada tem duas razões principais: garantir que existe tempo para os temas dos dois capítulos anteriores serem devidamente trabalhados e o facto de os determinantes e suas propriedades serem usados logo no início da UC Álgebra Linear II.

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

The syllabus of chapter 1 is used along all chapters.
The syllabus of chapter 2 is not only an application of results of the previous one, but it is also an essential tool to solve questions relative to the subsequent chapters.
Chapter 3 is devoted to the elementary study of concepts and properties in real and complex linear spaces. Its syllabus is used in the next chapter.
Chapter 4 is devoted to the elementary study of linear transformations. It is of particular importance the notion of matrix of a linear transformation and applications of this concept.
Chapter 5 is devoted to determinants of matrices. We could have studied this topic immediately after chapter 2. Our option has two main reasons: to ensure that we have enough time to work the themes of chapters 3 and 4 and the fact that determinants and their properties are going to be used at the beginning of the unit Linear Algebra II (Álgebra Linear II).

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas e consistem em exposição da teoria, ilustrada com exemplos, e em resolução de exercícios.
Os resultados são apresentados com a respetiva demonstração.
São disponibilizados apontamentos teóricos e folhas de exercícios. Alguns exercícios mais imediatos são resolvidos pelos alunos em aula imediatamente após a exposição da teoria. A resolução dos restantes faz parte do trabalho pessoal do aluno e alguns destes serão corrigidos em aula subsequente. Alguns exercícios são mais técnicos, noutros o aluno tem de elaborar uma demonstração e ainda noutros tem de construir exemplos/contraexemplos, devendo sempre apresentar justificações.
Quaisquer dúvidas serão esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.
A avaliação contínua consiste na realização de 3 testes ao longo do semestre. Em caso de insucesso, o aluno pode apresentar-se a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes consist on an oral explanation of the theory which is illustrated by examples and the resolution of some exercises.

Results are proven.

Students have access to copies of the theory and proposed exercises. Some of the simplest exercises are solved by students in class immediately after the explanation of the theory. The remaining are left to the students as part of their learning process and some of these will be corrected in a subsequent class. Some exercises are more technical, in others the student must elaborate a proof and there are others where he must construct examples/counterexamples. Students can ask questions during classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Continuous evaluation consists in 3 mid-term tests that substitute the final exam in case of approval. In case of failure, the student must pass the final exam.

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

O facto de as aulas serem teórico-práticas pode suavizar a transição dos alunos do ensino secundário para o superior. Antes de se expor a teoria de cada capítulo, o aluno tem à sua disposição os respetivos apontamentos teóricos e folhas de exercícios, de modo a poder iniciar o seu trabalho imediatamente.

A teoria é exposta de modo a incutir no aluno a necessidade de fundamentação rigorosa e esta é exigida na resolução dos exercícios (abrangendo um dos objetivos de aprendizagem).

A resolução de exercícios simples imediatamente após a exposição da teoria correspondente conduz a uma melhor compreensão dos conceitos e resultados (o facto das aulas serem teórico-práticas permite fazê-lo).

O tipo diversificado de exercícios que constam das listas de disponibilizadas tem por objetivo o desenvolvimento do raciocínio. Alguns exercícios são mais técnicos (os alunos têm, por exemplo, de saber determinar uma base de um subespaço finitamente gerado), noutros os alunos têm de elaborar demonstrações (cumprindo, deste modo, outro dos objetivos de aprendizagem). A construção de exemplos/contraexemplos requer um conhecimento mais profundo da teoria.

Os alunos necessitam de tempo para estudar a teoria e para resolverem/tentarem resolver os exercícios, tendo, por vezes, de mudar de estratégia. Este trabalho tem de ser realizado fora da aula e autonomamente, só assim os exercícios cumprem a sua função. Alguns destes exercícios são corrigidos em aulas posteriores.

Quaisquer dúvidas, desde que apresentadas, serão esclarecidas. Sugestões para a resolução de exercícios serão dadas, quando solicitadas.

Nas questões colocadas em testes e exames seguem-se os mesmos princípios que conduziram à elaboração dos exercícios propostos.

Todos os objetivos de aprendizagem estão abrangidos, tendo em conta o conteúdo da unidade curricular, a estratégia adotada na exposição da teoria e os apontamentos teóricos elaborados, os exercícios propostos e o seu tipo diversificado.

Para além dos apontamentos teóricos, seis livros são indicados na bibliografia, três em português e os restantes em inglês, dois dos quais apresentam aplicações.

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

Classes consist on an oral explanation of the theory which is illustrated by examples and the resolution of exercises. This type of classes may smoothe the transition from high school to the university.

Before beginning lecturing each chapter in class, students have access to copies of the respective theory and proposed exercises, so that they can initiate their work immediately.

Theory is presented in class in such a way that students realize the necessity of rigorous justification and this is also required in their resolution of exercises (covering one of the learning outcomes of the unit).

Some of the simplest exercises are solved by students in class immediately after the explanation of the corresponding theory so that they get a better understanding of concepts and results (the type of classes allows us to do so).

Proposed exercises are of diverse types in order to develop reasoning. Some exercises are more technical (students must know, for example, how to find a basis for a finitely generated subspace), in others the student must elaborate a proof

(fulfilling in this way another of the learning outcomes of the unit). The construction of examples/counterexamples requires a deeper knowledge and understanding of the theory.

Students need time to study the theory and to solve/try to solve exercises. In this solving process, they sometimes have to change the strategy and go back to the beginning of the question. This work must be done out of class and autonomously.

Only in this way exercises are useful. Some of these exercises are corrected in subsequent classes.

Any questions posed by students are clarified. Suggestions to solve exercises will be given when asked for.

Questions in tests and exams follow, obviously, the same principles that led to the elaboration of the proposed exercises. All learning outcomes are covered, taking into account the syllabus of the unit, the strategy adopted in class to explain the theory and the theoretical notes available, the proposed exercises and their diverse types.

Besides the theoretical notes, six books are referred in the bibliography, three in portuguese and the others in english, two of them present applications.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. J. Vaz de Carvalho, Apontamentos de “Álgebra Linear I” Departamento de Matemática da FCT/UNL.
2. H. Anton, C. Rorres, Elementary Linear Algebra, Applications Version, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2000.
3. T. S. Blyth, E. F. Robertson, Basic Linear Algebra, 2nd Edition, Springer Undergraduate Mathematics Series, 2002.
4. E. Giraldez, V. H. Fernandes, M. P. Marques-Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.
5. S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 7th Edition, Prentice Hall, 2006.

6. A. Monteiro, *Álgebra Linear e Geometria Analítica*, McGraw-Hill de Portugal, 2001.
7. A. P. Santana, J. F. Queiró, *Introdução à Álgebra Linear*, Gradiva, 2010.

Mapa IV - Introdução à Programação B / Introduction to Programming B

3.3.1. Unidade curricular:

Introdução à Programação B / Introduction to Programming B

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

Luís Manuel Marques da Costa Caires (Apenas Responsável, sem horas de contacto)

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

Artur Miguel de Andrade Vieira Dias - T:28h;PL:42h

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

Saber

1 - Conhecer um fragmento bem definido duma linguagem de programação (C) e conhecer um sistema de desenvolvimento (MinGW Developer Studio).

2 - Entender as metodologias de programação utilizadas.

Fazer

1 - Desenvolver programas de pequena dimensão, bem organizados e obedecendo a um certo número de convenções.

2 - Conseguir inventar e escrever corretamente algoritmos simples.

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

Knowledge

1 - Know a fragment of a particular programming language (C) and know a particular programming environment (MinGW Developer Studio)

2 - Understand the programming methodologies employed.

Know-how

1 - Be able to implement small programs, well-organized e obeying a certain number of code conventions.

2 - Be able to design and to write simple algorithms in a correct manner.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Computação, algoritmos e programas. Problemas de programação.*
- *Linguagens de programação. Ambientes de programação. A linguagem de programação C.*
- *Definições. Expressões. Instruções.*
- *Funções. Iteração e recursão.*
- *Constantes. Variáveis e Atribuições. Tipos.*
- *Legibilidade do código. Metodologias de programação. A importância dos testes.*
- *Ciclos. Processamento de vetores.*
- *Registos. Vetores de registos.*
- *Apontadores.*
- *Construções condicionais. Programação de interpretadores de comandos.*
- *Processamento de ficheiros de texto.*
- *Ordenação de vetores e busca dicotómica.*

3.3.5. Syllabus:

- *Computing, algorithms and programs. Programming problems.*
- *Programming languages. Programming environments. The C programming language.*
- *Definitions. Expressions. Instructions.*
- *Functions. Iteration and recursion.*
- *Constants. Variables and Assignments. Types.*
- *Code readability. Programming methodologies. The importance of software testing.*
- *Loops. Arrays processing.*
- *Records. Arrays of records.*
- *Pointers.*
- *Conditional constructs. Programming command-line interpreters.*
- *Text file processing.*
- *Sorting vectors and dichotomous search.*

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

O programa inclui os conceitos fundamentais que permitem perceber as características da linguagem C e perceber como se deve usar essa linguagem para desenvolver pequenos programas com sucesso.

As questões da qualidade do código e das metodologias de programação são apresentadas isoladamente no 6º ponto

do programa. No entanto, são questões que se destinam a ser discutidas ao longo da disciplina, começando logo a ser introduzidas nas primeiras aulas teóricas e ser usadas nas primeiras aulas práticas.

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

The syllabus includes the fundamental concepts that support the understanding of the C language and the understanding of how to use this language to develop small programs successfully.

The issues of code quality and of programming methodologies are shown separately on the 6th point of the program. However, these are issues that are to be discussed during the course, starting at the first lectures.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta cadeira tem um forte carácter aplicado e a nota final depende completamente da capacidade de resolver problemas de programação práticos usando a linguagem C.

Nas aulas teóricas, os conceitos fundamentais da cadeira são transmitidos, exemplificados e discutidos.

Nas aulas práticas, os alunos resolvem pequenos problemas onde aplicam os conceitos e técnicas estudados. Parte desses problemas estarão disponíveis num sistema de avaliação automática de programas (chamado Mooshak), com o qual os alunos interagem através da Net.

O projeto final da cadeira é realizado parcialmente nas aulas práticas e parcialmente fora dessas aulas. O projeto final é muito importante pois destina-se a ajudar a sedimentar tudo o que se aprendeu ao longo da disciplina e a ganhar alguma desenvoltura na resolução de programas de programação.

Os elementos de avaliação são os seguintes, com os pesos na nota final indicados:

Teste 1 - 40%

Teste 2 - 40%

Projeto prático - 20%

Exame de recurso - 80%

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course has a strong applied character and the final grade depends entirely on the ability to solve practical programming problems using the C language.

In the lectures, the fundamental concepts of the course are transmitted, exemplified and discussed.

In the lab classes, the students solve small problems, applying the concepts and techniques learned. Some of these problems will be available in a automatic program evaluation system (called Mooshak), that the students interact with through the Net.

The final project is partially developed in the lab classes and partially outside these classes. The final project is very important because it should help settling all that has been learned during the course and gain some wisdom in solving programming problems.

The assessment components are the following and have the weights on the final score that are shown:

Mid-term test 1 - 40%

Mid-term test 2 - 40%

Programming project - 20%

Resit exam - 80%

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

Nas aulas teóricas os alunos são iniciados nos conceitos e técnicas da disciplina. Pretende-se promover a construção do conhecimento e também desenvolver alguma capacidade de análise crítica na procura de qualidade.

A solidificação dos conhecimentos, aptidões e competências ocorre de forma mais essencial nas aulas práticas e durante a execução dos projeto final da cadeira. Os exercícios e o projeto cobrem quase toda a matéria e incluem desafios que conduzem os alunos a compreender melhor os conceitos e a usá-los de forma apropriada.

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

In the lectures, the students are initiated into the concepts and techniques of the course. The first goal is to develop the knowledge construction and the second goal is to develop some critical analysis capability in the search for quality.

The consolidation of knowledge, abilities and skills occurs most essentially in the lab classes and during the development of the final programming projects. The exercises and the project cover almost the entire contents of the course; some of these exercises and projects include challenges that lead students to a better understanding of the concepts and to use them appropriately.

3.3.9. Bibliografia principal:

Principal

- Artur Miguel Dias, "Folhas da cadeira, incluindo lista de exercícios", 2017.

- Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, The C programming language, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1988, ISBN 0-13-110362-8

- António Adrego da Rocha, Introdução à programação usando C, FCA, 2006, ISBN 972-722-524-1

Complementar

- Pedro Guerreiro, Elementos de programação com C, FCA, 2006, ISBN 972-7-22510-1

- Peter A. Darnell, Philip E. Margolis, C: A Software Engineering Approach, 3rd Edition, Springer, 1996, ISBN 0-387-94675-6

Mapa IV - Introdução à Lógica e Matemática Elementar / Introduction to Logic and Elementary Mathematics**3.3.1. Unidade curricular:***Introdução à Lógica e Matemática Elementar / Introduction to Logic and Elementary Mathematics***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Vítor Hugo Bento Dias Fernandes - TP:42h***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha Kahle - TP:42h***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- *Trabalhar com noções elementares de lógica proposicional e quantificadores;*
- *Trabalhar com noções elementares de teoria de conjuntos;*
- *Elaborar algumas demonstrações matemáticas;*
- *Compreender a noção de relação de equivalência;*
- *Compreender a noção de relação de ordem parcial;*
- *Compreender a noção de função;*
- *Elaborar algumas demonstrações por indução matemática;*
- *Compreender a definição de divisibilidade para números inteiros;*
- *Compreender a noção de conjunto infinito;*
- *Compreender a definição de equipotência de conjuntos.*

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:*

- *Work with elementary notions of sentential and quantificational logic;*
- *Work with elementary notions of set theory;*
- *Develop some mathematical proofs;*
- *Understand the concept equivalence relation;*
- *Understand the concept of partial order relation;*
- *Understand the concept of function;*
- *Develop some proofs by mathematical induction;*
- *Understand the definition of divisibility for integers;*
- *Understand the notion of infinite set;*
- *Understand the definition of equipotent sets.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Lógica proposicional e quantificadores.*
2. *Noções e operações básicas sobre conjuntos.*
3. *Estratégias de demonstração.*
4. *Relações binárias: equivalências e ordens.*
5. *Funções.*
6. *Indução matemática e divisibilidade.*
7. *Inteiros módulo n .*
8. *Conjuntos finitos e infinitos.*

3.3.5. Syllabus:

1. *Sentential and quantificational logic.*
2. *Basic operations on sets.*
3. *Proof strategies.*
4. *Relations: equivalence and order relations.*
5. *Functions.*
6. *Mathematical induction and divisibility.*
7. *Integers modulo n .*
8. *Finite and infinite sets.*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*O capítulo 1 é dedicado à lógica proposicional e quantificadores. Abrange o primeiro objectivo e parte do terceiro.**O capítulo 2 é dedicado às noções e operações básicas sobre conjuntos. Abrange o segundo objetivo, para além do quarto, do quinto, do sexto, do nono e do décimo.**O capítulo 3 é dedicado às estratégias de demonstração. Abrange o terceiro objetivo e parte do primeiro.**O capítulo 4 é dedicado às relações binárias: equivalências e ordens. Abrange o quarto e quinto objetivos.**O capítulo 5 é dedicado às funções. Abrange o sexto objetivo, para além do nono e do décimo.**O capítulo 6 é dedicado à indução matemática e divisibilidade. Abrange o sétimo e oitavo objetivos.**O capítulo 7 é dedicado aos inteiros módulo n . Abrange os nono e décimo objetivos.**O capítulo 8 é dedicado aos conjuntos finitos e infinitos. Abrange os últimos dois objetivos.*

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

Chapter 1 is devoted to propositional logic and quantifiers. Covers the first objective and part of the third.

Chapter 2 is devoted to basic notions and operations on sets. Covers the the second objective, in addition to the fourth, fifth, sixth, ninth and tenth.

Chapter 3 is devoted to proof strategies. Covers the third objective and part of the first.

Chapter 4 is devoted to binary relations: equivalences and orders. Covers the fourth and fifth objectives.

Chapter 5 is devoted to the functions. Covering the sixth objective, in addition to the ninth and tenth.

Chapter 6 is devoted to mathematical induction and divisibility. Covers the seventh and eighth objectives.

Chapter 7 is devoted to integers modulo n . Covers the ninth and tenth objectives.

Chapter 8 is devoted to the finite and infinite sets. Covers the last two objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas, alternado sessões teóricas e sessões práticas de modo conveniente. Na sessões teóricas são expostos os conteúdos da disciplina, ilustrados com exemplos de aplicação. Nas sessões práticas os alunos serão chamados a resolver exercícios e a elaborar demonstrações de alguns dos resultados apresentados. Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões extra combinadas directamente entre aluno e professor.

Os alunos poderão obter aprovação à disciplina por meio da realização de provas escritas (testes), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes are theoretical-practical, alternating theoretical sessions and practical sessions as is convenient. In theoretical sessions the contents of the course are exposed and illustrated with examples. In practical sessions students will be asked to solve problems and elaborate demonstrations of some of the results presented.

Any questions/doubts are clarified during classes or tutorial sessions or even in extra sessions combined directly between student and teacher.

Students may obtain approval by performing written (tests), to be held during the class period. Alternatively, they may present themselves to a final exam that will test all the learning goals of the course.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas em sessões teóricas, com o apoio adicional dos horários de atendimento. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas sessões teóricas através da exposição e discussão dos conceitos fundamentais da disciplina e nas sessões práticas, com o apoio adicional dos horários de atendimento, através da resolução de problemas com apoio do docente.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lecture sessions, with additional support of tutorial sessions. The acquisition of knowledge is assessed with written evaluations. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: the theoretical sessions through exposure and and discussion of the fundamental concepts of the discipline and the practical sessions, with additional support of tutorial sessions, through problem solving with the help of the teacher.

3.3.9. Bibliografia principal:

Guerreiro, J.S., Curso de Matemáticas Gerais, vol 1, Livraria Escolar Editora, 1973

Johnson, D. L., Elements of Logic via Numbers and Sets, Springer Undergraduate Mathematics Series, 1998

Krantz, S. G., The elements of advanced Mathematics, CRC Press, 1995

Sebastião e Silva, J., Compêndio de Matemática, Curso Complementar do Ensino Secundário, 1º volume, 1º tomo, GAP-MEC 1995

Velleman, D. J., How to prove it, Cambridge University Press, 1994

Mapa IV - Análise Matemática II F / Mathematical Analysis II F**3.3.1. Unidade curricular:**

Análise Matemática II F / Mathematical Analysis II F

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

João Pedro Bizarro Cabral – T:42h

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

Maria do Céu Cerqueira Soares – PL:42h

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

- 1) *Trabalhar com noções elementares de topologia em R^n (vizinhança, aberto, fechado, etc.).*
- 2) *Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções vetoriais de variável real e sua aplicação ao estudo de curvas.*
- 3) *Compreender a noção rigorosa de limite e continuidade de funções reais e vetoriais de várias variáveis e calcular limites.*
- 4) *Conhecer a noção de derivada parcial, diferenciabilidade e suas aplicações: teoremas da função implícita e da função inversa, desenvolvimento de Taylor e cálculo de extremos.*
- 5) *Conhecer a noção de integral duplo e triplo e saber calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.*
- 6) *Conhecer a noção de integral de linha e de superfície, suas aplicações e resultados fundamentais, teoremas de Green, Stokes e divergência.*

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

- 1) *Work with elementary notions of topology in R^n (neighborhood, open, closed, etc.).*
- 2) *Understand the concept and definition of limit, continuity and differentiability of vectorial functions of real variable and their applications to the study of curves.*
- 3) *Understand the definition of limit and continuity of real and vectorial functions of several variables and calculate limits.*
- 4) *Understand the notion of partial derivative, differentiability and their applications: the implicit and inverse function theorems, Taylor development and calculus of extreme values.*
- 5) *Understand the notion of double and triple integral and perform calculations with the adequate coordinates and some applications.*
- 6) *Understand the notion of line integral and surface integral, some applications and fundamentals results.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Cónicas.*
2. *Noções Topológicas em R^n . Normas e métricas. Limites e continuidade de funções vetoriais de várias variáveis reais.*
3. *Cálculo Diferencial em R^n : Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Diferencial. Derivada segundo um vetor. Derivada da função composta. Teorema de Taylor. Teorema da função implícita. Teorema da função inversa. Extremos.*
4. *Cálculo Integral em R^n : Integrais duplos. Integrais duplos em coordenadas polares. Integrais triplos. Integrais triplos em coordenadas cilíndricas e em coordenadas esféricas.*
5. *Análise Vetorial: Campos vetoriais. Integrais de linha. Teorema fundamental para integrais de linha. Teorema de Green. Divergência e rotacional. Áreas de superfícies paramétricas. Integrais de superfície. Teoremas de Stokes e de Gauss.*

3.3.5. Syllabus:

1. *Conics.*
2. *Topology in R^n . Norms and metrics. Limits and continuity of vector functions of several real variables.*
3. *Differential calculus in R^n : Partial derivatives. Differential. Directional derivatives. The chain rule. Taylor's theorem. Implicit function theorem. Inverse function theorem. Maximum and minimum values.*
4. *Multiple integrals: Double integrals. Double integrals in polar coordinates. Triple integrals. Triple integrals in cylindrical coordinates. Triple integrals in spherical coordinates.*
5. *Vector analysis: Vector fields. Line integrals. The fundamental theorem for line integrals. Green's theorem. Curl and divergence. Parametric surfaces and their areas. Surface integrals. Stokes and Gauss theorems.*

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

O capítulo 1 é dedicado à revisão das noções geométricas associadas a cónicas e quádras.
O capítulo 2 é dedicado às noções topológicas, norma e métrica em R^n , limites e continuidade de funções reais de várias variáveis reais. Introduzem-se as coordenadas polares.
O capítulo 3 é dedicado ao estudo da diferenciabilidade de funções reais de várias variáveis reais e de funções vetoriais de variáveis reais. Estuda-se extremos locais e condicionados de funções reais de várias variáveis reais.
O capítulo 4 é dedicado ao cálculo integral de funções reais de duas e três variáveis reais. Introduzem-se coordenadas cilíndricas e esféricas.
O capítulo 5 é dedicado à análise vetorial, incluindo os formalismos associados com este assunto, e integrais de linhas e integrais de superfícies quer de funções escalares, quer de campos vetoriais. Apresenta-se os teoremas clássicos associados a este assunto.

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

Chapter 1 is devoted to the review of the geometric notions associated with conics and quadrics.
Chapter 2 is devoted to topological notions, norm and metric in R^n , limits and continuity of real functions of several variables. Polar coordinates are introduced.
Chapter 3 is devoted to the study of differentiability of real functions of several variables and vector functions of real variables. Local and conditioned extremes of real functions of several variables are studied.
Chapter 4 is dedicated to the integral calculus of real functions of two three real variables. Cylindrical and spherical coordinates are introduced.
Chapter 5 is devoted to vector analysis, including the formalities associated with this subject, along with the integral calculus along lines and surfaces of scalar functions and vector fields. We present the main theorems of this subject.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistem na exposição da matéria, que é ilustrada com exemplos de aplicação.

As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

O estudante deve assistir a pelo menos dois terços das aulas práticas lecionadas. Será dispensado no caso de ter tido frequência no ano letivo anterior .

Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h15m, que dispensam de exame em caso de média positiva.

Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes.

Para um aluno obter uma classificação superior ou igual a 17 terá de comparecer a uma prova oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.

Practical classes consist in the resolution of application exercises for the methods and results presented in the theoretical classes.

Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Students must attend at least 2/3 of all practical classes.

There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.

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

Nas aulas teóricas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas são úteis para a melhor compreensão da matéria.

Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os exemplos resolvidos nas aulas teóricas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes. Também terão apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.

As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno deve assistir a, pelo menos, dois terços das aulas práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade.

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

In theoretical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the matter. Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions.

Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student must attend to at least two thirds of all practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.

3.3.9. Bibliografia principal:

H. Anton, I. Bivens, S. Davis, Cálculo, volume 2, 8ª edição, Bookman, Porto Alegre, 2007.

G. E. Pires, Cálculo diferencial e integral em R^n , IST Press, Lisboa, 2012.

Mapa IV - Álgebra Linear II / Linear Algebra II

3.3.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear II / Linear Algebra II

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

Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho - T:42h

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

António José Mesquita da Cunha Machado Malheiro – PL:42h

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

Pretende-se que o aluno consolide e complemente os conhecimentos adquiridos em Álgebra Linear I e que o processo de aprendizagem continue a favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico e do espírito crítico do aluno.

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam, no contexto de endomorfismo de espaço vetorial de dimensão finita e no de matriz, compreender e trabalhar com

- valores próprios e vetores próprios;

- o conceito de "diagonalizável";
- polinómio mínimo;
- endomorfismo associado de um endomorfismo de um espaço euclidiano ou unitário;
- endomorfismo/matriz normal, hermitico, hemi-hermitico; unitário e noções correspondentes no caso real;
- forma canónica de Jordan.

O aluno deve reconhecer que algumas das condições necessárias para que duas matrizes sejam semelhantes não são condições suficientes e saber aplicar a forma canónica de Jordan como condição necessária e suficiente.

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

It is intended that the student consolidate and complement the knowledge acquired in Linear Algebra I and that the learning process continues to contribute to the development of logical reasoning and critical mind.

It is intended that students acquire knowledge, skills and competences that allow, in the context of endomorphisms of finite dimensional vector spaces and of matrices, understand and work with

- eigenvalues and eigenvectors;
- the concept of "diagonalizable";
- minimal polynomial;
- adjoint of an endomorphism of a finite-dimensional real or complex inner product space;
- normal, hermitian, hemi-hermitian and unitary endomorphism/matrix and corresponding notions in the real case;
- Jordan canonical form.

The student must recognize that some of the necessary conditions for two matrices to be similar are not sufficient and be able to apply the Jordan canonical form as a necessary and sufficient condition.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Valores e vetores próprios de endomorfismos e matrizes – Definições e propriedades. Subespaços próprios. Polinómio característico. Multiplicidades algébrica e geométrica. Diagonalização. Teorema de Cayley-Hamilton. Polinómio mínimo.

2. Endomorfismos de espaços vetoriais com produto interno - Endomorfismo normal, hermitico (simétrico), hemi-hermitico (anti-simétrico), unitário (ortogonal) e respetivas definições para matrizes quadradas. Endomorfismo definido positivo, semidefinido positivo, definido negativo, semidefinido negativo, indefinido e respetivas definições para matrizes. Relação entre os diferentes tipos de endomorfismos e as respetivas matrizes em relação a uma base ortonormada. Resultados fundamentais envolvendo estas noções, em particular, teoremas de Schur e espectral.

3. Forma canónica de Jordan e algumas consequências fundamentais.

3.3.5. Syllabus:

1. Eigenvalues and eigenvectors of endomorphisms and matrices – Definitions and properties. Eigenspaces. Characteristic polynomial. Algebraic and geometric multiplicities. Diagonalization. Cayley-Hamilton theorem. Minimum polynomial.

2. Endomorphisms of inner product spaces – Normal endomorphism, hermitian (symmetric), skew-hermitian (skew-symmetric), unitary (orthogonal) and respective definitions for square matrices. Positive definite endomorphism, positive semidefinite, negative definite, negative semidefinite, indefinite and respective definitions for square matrices. Relationship between the different types of endomorphisms and the respective matrices determined by an orthonormal basis. Fundamental results involving these notions, in particular, Schur theorem and spectral theorem.

3. Jordan canonical form and some of its fundamental consequences.

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

A relação entre conceitos e resultados para endomorfismos de espaços vetoriais, não nulos, de dimensão finita e para matrizes é uma constante ao longo da UC.

O capítulo 1 dedica-se ao estudo básico dos valores próprios e vetores próprios, incluindo diagonalização e polinómio mínimo. O seu conteúdo é usado ao longo de todos os capítulos subsequentes.

No capítulo 2 introduz-se a noção de endomorfismo associado de um endomorfismo de um espaço euclidiano ou unitário e estudam-se as propriedades básicas dos endomorfismos/matrizes normais, hermiticos (simétricos), hemi-hermiticos (antisimétricos) e unitários (ortogonais). Ao iniciar este capítulo, o aluno já estudou espaços vetoriais com produto interno (1º capítulo da UC "Geometria").

O capítulo 3 dedica-se ao estudo da forma canónica de Jordan. Poder-se-ia trocar a ordem dos segundo e terceiro capítulos. A justificação da opção tomada é o facto do conteúdo do capítulo 2 ser mais fácil para os alunos.

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

The relationship between concepts and results for endomorphisms of non-zero, finite-dimensional vector spaces and for matrices is a constant throughout the unit.

Chapter 1 is devoted to the basic study of the eigenvalues and eigenvectors, including diagonalization and minimal polynomial. Its content is used throughout all the subsequent chapters.

In Chapter 2 the notion of adjoint of an endomorphism of a finite-dimensional vector space is introduced and the basic properties of normal, hermitian (symmetric), skew-hermitian (skew-symmetric), unitary (orthogonal) endomorphisms/matrices are studied. Students have already studied inner product spaces (1st chapter of the unit "Geometry") when we begin this chapter..

Chapter 3 is devoted to the study of the Jordan canonical form. We could interchange the second and third chapters. Our option is justified by the fact that the contents of Chapter 2 are easier for the students.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas é lecionada a matéria, que é ilustrada com exemplos. Os resultados são apresentados com a respetiva demonstração, exceto os do 3º capítulo em que, na sua quase totalidade, se dá apenas uma ideia justificativa.

Os apontamentos teóricos disponibilizados são completos, incluindo todas as demonstrações, inclusive as omitidas em aula.

São disponibilizadas folhas de exercícios. A maior parte dos exercícios é corrigida nas aulas práticas. Alguns exercícios são mais técnicos, noutros o aluno tem de elaborar uma demonstração e ainda noutros tem de construir exemplos / contraexemplos, devendo sempre apresentar justificações.

Quaisquer dúvidas serão esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

A avaliação contínua consiste na realização de 3 testes ao longo do semestre. Em caso de insucesso, o aluno pode apresentar-se a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

There are classes in which theory is lectured and illustrated by examples. Results are proven, except the ones of chapter 3, which, for most of them, an idea of the proof is given.

Students have access to copies of the theory which are complete, including all proofs, inclusive the ones omitted in class. Students have access to lists of proposed exercises. The majority of them is corrected in problem-solving sessions. Some exercises are more technical, in others the student must elaborate a proof and there are others where he must construct examples/counterexamples.

Students can ask questions during classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Continuous evaluation consists in 3 mid-term tests that substitute the final exam in case of approval. In case of failure, the student must pass the final exam.

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

Antes de se expor a teoria de cada capítulo, o aluno tem à sua disposição os respetivos apontamentos teóricos e folhas de exercícios, de modo a poder iniciar o seu trabalho imediatamente.

A teoria é exposta de modo a incutir no aluno a necessidade de fundamentação rigorosa e esta é exigida na resolução dos exercícios.

O tipo diversificado de exercícios que constam das listas de disponibilizadas tem por objectivo o desenvolvimento do raciocínio. Alguns exercícios são mais técnicos (os alunos têm, por exemplo, de saber determinar valores próprios e vetores próprios de um endomorfismo/matriz), noutros os alunos têm de elaborar demonstrações. A construção de exemplos/contraexemplos requer um conhecimento mais profundo da teoria.

Os alunos necessitam de tempo para estudar a teoria e para resolverem/tentarem resolver os exercícios, tendo, por vezes, de mudar de estratégia. Este trabalho tem de ser realizado fora da aula e autonomamente, só assim os exercícios cumprem a sua função. A maioria dos exercícios é corrigida em aula.

As metodologias apresentadas permitem cumprir o objetivo enunciado de que o processo de aprendizagem favoreça o desenvolvimento do raciocínio lógico e do espírito crítico do aluno.

Quaisquer dúvidas, desde que apresentadas, serão esclarecidas. Sugestões para a resolução de exercícios serão dadas, quando solicitadas.

Nas questões colocadas em testes e exames seguem-se os mesmos princípios que conduziram à elaboração dos exercícios propostos.

Todos os objetivos de aprendizagem estão abrangidos, tendo em conta o conteúdo da unidade curricular, a estratégia adotada na exposição da teoria e os apontamentos teóricos elaborados, os exercícios propostos e o seu tipo diversificado.

Para além dos apontamentos teóricos, seis livros são indicados na bibliografia, um em português e os restantes em inglês, quatro dos quais apresentam aplicações.

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

Before exposing the theory of each chapter, students have at their disposal the corresponding theoretical notes and the proposed exercises, so that they can start work immediately.

Theory is presented in class in such a way that students realize the necessity of rigorous foundation and this is also required in their resolution of exercises.

Proposed exercises are of diverse types in order to develop reasoning. Some exercises are more technical (students must know, for example, how to determine eigenvalues and eigenvectors of an endomorphism/matrix), in others the student must elaborate a proof. The construction of examples/counterexamples requires a deeper knowledge and understanding of the theory.

Students need time to study the theory and to solve/try to solve exercises. In this solving process, they sometimes have to change the strategy and go back to the beginning of the question. This work must be done out of class and autonomously. Only in this way exercises are useful. Most part of the exercises is corrected in class.

The methodology presented allow us to achieve the objective that the learning process contributes for the development of logical reasoning and critical mind.

Any questions posed by students are clarified. Suggestions to solve exercises will be given when asked for.

Questions in tests and exams follow, obviously, the same principles that led to the elaboration of the proposed exercises.

All learning outcomes are covered, taking into account the syllabus of the unit, the strategy adopted in class to explain the theory and the theoretical notes available, the proposed exercises and their diverse types.

Besides the theoretical notes, six books are referred in the bibliography, one in portuguese and the others in english, four of them present applications.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Apostol, T. M., *Linear Algebra – a first course with applications to differential equations*, John Wiley & Sons, 1997.
2. Anton, H., e Dorres, C., *Elementary Linear Algebra - Applications Version, 9th Edition*, John Wiley & Sons, 2005.
3. Friedberg, S.H., Insel, A. J., e Spence, L. E., *Linear Algebra, 3rd Ed.*, Prentice Hall, 1997.
4. Horn, R. A., e Johnson, C. R., *Matrix Analysis*, Cambridge University Press, 1985.
5. Leon, S. J., *Linear Algebra with Applications, 7th Ed.*, Prentice Hall, 2006.
6. A. P. Santana, J. F. Queiró, *Introdução à Álgebra Linear*, Gradiva, 2010.

Mapa IV - Geometria / Geometry**3.3.1. Unidade curricular:***Geometria / Geometry***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos - T: 42h***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Manuel Almeida Silva – PL:28h***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- *Trabalhar com noção de produto interno;*
- *Trabalhar com o método de Gram-Schmidt;*
- *Trabalhar com as noções de produto externo e produto misto;*
- *Compreender as noções de forma bilinear, forma quadrática e forma polar;*
- *Compreender o conceito de espaço afim;*
- *Compreender o conceito de sequência das coordenadas de um ponto em relação a um referencial;*
- *Resolver problemas métricos em espaços afins euclidianos;*
- *Obter a equação reduzida de uma quádriga em espaços afins euclidianos;*
- *Obter a classificação de uma quádriga num espaço afim euclidiano de dimensão dois ou três.*

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:*

- *Work with the notion of inner product.*
- *Work with the Gram-Schmidt process;*
- *Work with the cross product and mixed product;*
- *Understand the notions of bilinear form, quadratic form and polar form.*
- *Understand the concept of affine space;*
- *Understand the concept of the sequence of coordinates of a point;*
- *Solve metric problems in euclidean affine spaces;*
- *Obtain the reduced equation of a quadric surface;*
- *Classify quadric surfaces in spaces of dimension two or three.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Espaços vectoriais com produto interno – Definição de produto interno e propriedades elementares. Espaço euclidiano e espaço unitário. Matriz da métrica. Norma. Desigualdade de Schwarz. Desigualdade triangular. Ângulo de dois vetores não nulos de um espaço euclidiano. Sistema ortogonal de vetores e sistema ortonormado de vetores. Processo de ortogonalização de Gram-Schmidt. Complemento ortogonal. Produto externo e produto misto.*
2. *Formas bilineares e formas quadráticas – Definição e propriedades elementares. Forma polar.*
3. *Geometria Afim.*
 - 3.1 *Espaços Afins – Definição e dimensão. Espaço afim euclidiano. Subespaços afim. Proposições de incidência. Referencial de um espaço afim. Coordenadas de um ponto em relação a um referencial.*
 - 3.2 *Geometria euclidiana ou métrica, em espaços afins euclidianos - Subespaços afins ortogonais. Distâncias e ângulos. Quádrigas.*

3.3.5. Syllabus:

1. *Inner product spaces – Definition of inner product and elementary properties. Euclidean space and unitary space. Matrix of an inner product (relative to a fixed basis). Norm. Schwarz inequality. Triangle inequality. Angle between two non-zero vectors of a euclidean space. Orthogonal and orthonormal (finite) vector systems. Gram-Schmidt orthogonalization process. Orthogonal complement. Cross product and mixed product.*
2. *Bilinear forms and quadratic forms – Definitions and elementary properties. Polar form.*
3. *Affine Geometry.*
 - 3.1 *Affine spaces – Definition and dimension. Affine euclidean space. Affine subspace. Incidence propositions. Coordinate system of an affine space. Point coordinates.*
 - 3.2 *Euclidean or metric geometry in euclidean affine spaces –Orthogonal affine subspaces. Distance and angles. Quadric surfaces*

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

O capítulo 1 é dedicado aos espaços vetoriais com produto interno. Abrange o primeiro, o segundo e o terceiro objetivos.

O capítulo 2 é dedicado às formas bilineares e formas quadráticas. Abrange o quarto objetivo.

O capítulo 3.1 é dedicado aos espaços afins. Abrange o quinto e sexto objetivos.

O capítulo 3.2 é dedicado à geometria euclidiana ou métrica, em espaços afins euclidianos. Abrange o sétimo, o oitavo e o nono objetivos.

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

Chapter 1 is devoted to inner product spaces . Covering the first, second and third objectives.

Chapter 2 is devoted to bilinear forms and quadratic forms. Covers the fourth objective.

Chapter 3.1 is devoted to affine spaces. Covering the fifth and sixth goals.

Chapter 3.2 is devoted to euclidean geometry in euclidean affine spaces. Covers the seventh, eighth and ninth objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas é lecionada a matéria definida no programa, que é ilustrada com exemplos. São disponibilizadas, atempadamente, folhas de exercícios. Estes destinam-se a serem resolvidos pelos alunos quer nas aulas práticas quer como trabalho fora de aula.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos estudantes ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

O estudante pode realizar a disciplina por avaliação contínua que consiste na realização de três testes. Em caso de insucesso, o estudante pode ainda apresentar-se a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

There are classes in which theory is lectured and illustrated by examples. There are also problem-solving sessions. Some exercises are left to the students to be solved on their own as part of their learning process.

Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. Otherwise the student must pass the final exam.

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

Nas aulas teóricas é lecionada a matéria definida no programa, que é ilustrada com exemplos. São disponibilizadas, atempadamente, folhas de exercícios. Estes destinam-se a serem resolvidos pelos alunos quer nas aulas práticas quer como trabalho fora de aula.

A quase totalidade dos resultados é apresentada com a respetiva demonstração.

Antes de se expor a teoria de cada capítulo, o aluno tem à sua disposição textos de apoio e as respectivas folhas de exercícios. Alguns destes exercícios serão resolvidos em aula. A resolução dos restantes faz parte do trabalho pessoal do aluno.

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

There are classes in which theory is lectured and illustrated by examples. There are also problem-solving sessions. Some exercises are left to the students to be solved on their own as part of their learning process.

Most results are proven. Students have access to copies of the theory and proposed exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Agudo, F. R. D., Introdução à Álgebra Linear e Geometria Analítica, Escolar Editora, 1996.

2. Anton, H., and Rorres, C., Elementary Linear Algebra - Applications Version, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2000.

3. Giraldes, E., Fernandes, V. H., and Marques-Smith, M. P., Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.

4. Monteiro, A., Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 2001.

Mapa IV - Probabilidades e Estatística I / Probability and Statistics I**3.3.1. Unidade curricular:**

Probabilidades e Estatística I / Probability and Statistics I

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

Carlos Manuel Agra Coelho - T: 42h

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

Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço – PL:28h

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

Dar aos alunos as bases necessárias em probabilidades de modo a se poderem facilmente relacionar com as principais distribuições de probabilidade de variáveis aleatórias e poderem entender o sentido de alguns dos principais resultados relativos a operações sobre variáveis aleatórias, nomeadamente somas, de modo a ser possível formar uma base sólida para a correta utilização dos processos de estimação e inferência básicos, nomeadamente os relativos a testes a proporções, médias, variâncias, quantis e medianas de variáveis aleatórias, lecionados na Disciplina de Probabilidades e Estatística II.

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

Give the students a good background in probability so that they will be able to easily relate with the most common probability distributions of both categorical and continuous random variables, allowing them to better understand the meaning of some of the more important results pertaining operations on probabilities and on random variables, namely sums of these latter ones, in order to be possible to build a solid background for a correct use of the basic estimation and inference procedures, namely the ones on proportions, means, variances, quantiles and medians, taught in the Course Probability and Statistics II.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – Cálculo Combinatório (rev.)
- 2 - Teoria Elem. da Prob.: Evento e Espaço de ev.'s; conceito de Prob.: propriedades; prob. cond. e independência de eventos; Teor. de Bayes e da Prob. Total; aplicações; Lemas Borel-Cantelli.
- 3 – V.a.'s e Distribuições de Prob.: def. de v.a.; f.'s de distribuição; propriedades; quantis; valor esperado: propriedades. Momentos. Desig.'s envolvendo momentos. F.g.m.'s e f.c.'s. A dist. de $Y=g(X)$
- 4 – Dist.'s conjuntas e condicionais: mom.'s conjuntos e marginais; a f.g.m. conjunta; independência de v.a.'s. Momentos condicionais; o valor esperado cond.. A dist. de $(Y_1, Y_2)=g(X_1, X_2)$. As dist.'s da soma, difer., prod. e quoc. de 2 v.a.'s
- 5 - V.a.'s Disc.s: Unif., Bernoulli, Binomial, Geométrica, Binomial Neg., Hipergeométrica, Poisson
- 6 - V.a.'s Cont.s: Exponencial, Gama, Normal, Qui-quadrado, T, F.
- 7 - Breve ref. a dists. Multivariadas: Multinomial e Normal Multiv.

3.3.5. Syllabus:

- 1 - Combinatorics (rev.)
- 2 - Elem's of Prob. Theory: Event and ev. space; the concept of Prob.: properties; cond. prob. and independence of events; Bayes and Total Prob. Theor.'s; appl's; Borel-Cantelli Lemmas.
- 3 – R.v.'s and Prob. distributions: def. of r.v.; distribution functions; properties; quantiles; expected value: properties. Moments. Ineq.'s involving moments. M.g.f.'s and c.f.'s. The distribution of $Y=g(X)$
- 4 – Joint and condit. dist.'s: joint and marginal mom.'s; the joint m.g.f.; independence of r.v.'s. Condit. moments; the condit. expected value. The dist. of $(Y_1, Y_2)=g(X_1, X_2)$. The distributions of the sum, difference, product and ratio of two r.v.'s
- 5 – Disc. r.v.'s: Unif., Bernoulli, Binomial, Geometric, Neg. Binomial, Hipergeometric, Poisson
- 6 – Cont. r.v.'s: Exponential, Gamma, Normal, Chi-square, T, F.
- 7 – Brief ref. to multiv.dists.: Multinomial and multiv. Normal

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

O conteúdo programático desta Disciplina entronca diretamente e constrói a devida sequência relativamente ao conteúdo programático da Disciplina de Probabilidades e Estatística I, conduzindo os alunos à construção de sólidas formas de estimação e de realização de testes a variados parâmetros de distribuições, proporcionando-lhes assim, no conjunto das duas Disciplinas um percurso conducente a uma sólida formação, desde as bases das Probabilidades, passando pelas distribuições de variáveis aleatórias e funções destas, como somas e diferenças, até à aplicação dos conceitos e resultados aprendidos em termos de estimação na execução, de forma segura e consciente, de variados testes de hipóteses.

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

The programatic contents of this course builds on that of the previous course of Probability and Statistics I, leading the students to ways of building solid forms of estimation and testing of hypotheses for various parameters of distributions of r.v.'s. The two courses together, will give students a solid formation from the bases of Probability, passing through the distributions of r.v.'s and functions of these, as sums and differences, till the application of the learned results in terms of estimation to the practical implementation, in conscious and solid terms, of a variety of tests of hypotheses.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição da matéria e introdução dos conceitos, complementadas com a apresentação de exemplos elucidativos dos conceitos trazidos ao conhecimento dos alunos. As aulas Teóricas serão complementadas com Aulas Práticas, as quais deverão acompanhar o mais proximamente possível as Aulas Teóricas. Nestas aulas será feita a resolução de problemas, relacionados com os conceitos e resultados introduzidos nas Aulas Teóricas, com a imprescindível participação ativa dos alunos.

Avaliação:

A forma de avaliação recomendada consiste em 3 Testes. Obterá aprovação todo o aluno que tiver uma classificação final de 9,5 valores ou mais.

Os alunos que não tenham obtido uma classificação final de 9,5 valores, ou mais, através da realização dos testes acima, poderá submeter-se a Exame de Recurso, se tiver obtido frequência.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures, where the main concepts and results will be introduced to the students, together with the presentation of illustrative examples, which are intended to enlighten the concepts presented. This Lectures will be complemented with Labs which will go shoulder to shoulder with the Lectures and where the resolution of problems, related to the concepts introduced in the Lectures, will be made with the active participation of the students.

Evaluation:

The recommended form of evaluation consists in 3 Tests. The student who has an average grade of at least 9.5 (on a 0-20 scale) will be approved in the course.

Students who obtained a final grade from tests less than 9.5 (on a 0-20 scale), may have access to a final Exam, in case they have attended at least 2/3 of Labs and 2/3 of Classes.

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

Só com um conjunto bem elaborado e devidamente sequenciado de Aulas Teóricas, onde são introduzidos os principais conceitos e resultados formais, seguidas de perto por Aulas Práticas onde são resolvidos problemas intimamente relacionados com os conceitos e resultados introduzidos nas Aulas Teóricas, será possível lecionar um conjunto de matérias que os alunos têm de apreender, consolidar e interiorizar, devidamente, de forma a ficarem habilitados com os devidos conhecimentos de base sobre Probabilidade e Variáveis aleatórias, de forma não só a cumprirem os objetivos da disciplina como também a ficarem com a devida base de conhecimentos para a futura Disciplina de Probabilidades e Estatística II.

O conteúdo programático desta Disciplina é assim considerado o mais adequado para a realização destes objetivos.

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

Only with a well planned and duly sequenced set of Lectures, where the main concepts and results are introduced, closely followed by Labs where problems intimately related with the concepts and results introduced are solved with the active student participation, it will be possible to the students to acquire the required knowledge and know-how in order to be able to understand the basic concepts of Probability and random variables and the associated techniques, fulfilling this way the course objectives and building a solid basis for the future course of Probability and Statistics II. The course syllabus seems to be the most adequate in order to fulfill these objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Coelho, C. A. (2008). Tópicos em Probabilidades e Estatística, Vol. I, Vol. II (Cap.s 6,7).

Mood, A. M., Graybill, F. A. e Boes, D. C. (1974). Introduction to the Theory of Statistics, 3ª ed., J. Wiley & Sons, New York.

Montgomery, D. C. e Runger, G. C. (1998). Applied Statistics and Probability for Engineers, 2ª ed., J. Wiley & Sons, New York.

Ross, S. M. (1999). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. J Wiley & Sons, New York.

Murteira, B. J. F. (1990). Probabilidades e Estatística, Vol I, 2ª ed., McGraw-Hill Portugal, Lisboa.

Rohatgi, V. K. (1976). An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics. J. Wiley & Sons, New York.

Mapa IV - Análise Matemática III F / Mathematical Analysis III F

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Matemática III F / Mathematical Analysis III F

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

Ana Cristina Malheiro Casimiro - T:42h

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

Joaquim Eurico Anes Duarte Nogueira – PL:42h

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

Obter conhecimentos e aptidões que lhe permitam:

-Determinar quando uma série é convergente, aplicando critérios de convergência.

-Perceber a diferença entre convergência pontual e uniforme.

-Determinar intervalos de convergência e perceber as suas implicações em termos de convergência da série de funções e da possibilidade de derivar e primitivar termo a termo.

-Entender o conceito de função complexa de variável complexa, em particular entender as funções elementares como generalizações do caso real.

-Entender o conceito de derivada e a sua relação com as equações de Cauchy-Riemann.

-Perceber o conceito de integral de uma função complexa de variável complexa ao longo de um caminho, e as suas propriedades.

-Entender a fórmula integral de Cauchy e conseguir aplicá-la em casos práticos.

-Entender o conceito de resíduo e aplicá-lo ao cálculo de integrais.

-Manipular de forma fluente expressões e fórmulas que envolvam séries ou números complexos.

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

Gain knowledge and skills that allow to:

- *Determine when a series is convergent applying convergence criteria.*
- *Understand the difference between point wise and uniform convergence.*
- *Determine intervals of convergence and understand their implications in terms of convergence of series of functions and the possibility to derive term by term.*
- *Understand the concept of complex function of a complex variable, in particular to understand the elementary functions as generalization of the real case.*
- *Understand the concept of derivative and its relationship with the Cauchy-Riemann equations.*
- *Understand the concept of integral of a complex function of complex variable along a pathway, and their properties.*
- *Understand the Cauchy integral formula and to apply it in concrete cases.*
- *Understand the concept of residue and apply it to the calculation of integrals.*
- *Manipulate fluently expressions and formulas that involve series or complex numbers.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 – Séries

1.1. Séries Numéricas

1.1.1. *Convergência de Séries Numéricas.*

1.1.2 *Séries de termos não negativos.*

1.1.3. *Convergência Simples e Absoluta. Séries Alternadas. Multiplicação de Séries.*

1.2. Séries de Funções

1.2.1. *Sucessões e séries de funções.*

1.2.3. *Séries de potências.*

1.2.4. *Séries de Taylor e de MacLaurin.*

2. Análise Complexa

2.1. *Números complexos.*

2.2. *Funções complexas de variável complexa;*

2.3. *Limites e Continuidade de funções complexas de variável complexa.*

2.4. *Funções Holomorfas. Equações de Cauchy- Riemann.*

2.5. *Integral de uma função complexa de variável complexa ao longo de uma curva seccionalmente regular.*

2.6. *Teorema de Cauchy.*

2.7. *Fórmulas Integrais de Cauchy.*

2.8. *Funções Analíticas. Séries de Taylor.*

2.9. *Singularidades e pólos. Séries de Laurent.*

2.10. *Teorema dos resíduos. Aplicações ao cálculo de integrais impróprios.*

3.3.5. Syllabus:

1 – Series

1.1 Numerical Series.

1.1.1 *Convergence of Numerical Series.*

1.1.2 *Series with non-negative terms.*

1.1.4 *Simple and Absolute Convergence. Alternating Series and Leibniz Test. Product of Series.*

1.2 Series of Functions

1.2.1 *Sequences and series of functions.*

1.2.3 *Power Series.*

1.2.4 *Taylor and MacLaurin Series.*

2 - Complex Analysis

2.1 *Complex numbers.*

2.2 *Complex functions with complex variable.*

2.3 *Limits and Continuity of complex functions with complex variable.*

2.4 *Holomorphic Functions. Cauchy- Riemann Equations.*

2.5 *Integral of a complex function with complex variable along a piecewise smooth curve.*

2.6 *Cauchy Theorem.*

2.7 *Cauchy's Integral Formula.*

2.8 *Analytic Functions. Taylor Series.*

2.9 *Singularities and poles. Laurent Series.*

2.10 *Residue Theorem. Applications to improper integrals computation.*

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

Na 1ª parte do programa serão ensinados os conceitos elementares de séries, e vários critérios de convergência. De seguida introduz-se o conceito de série de funções surge como aplicação do conceito de sucessão de funções. É dado especial relevo às séries de potências. Todos estes conceitos serão acompanhados de exemplos bem como de exercícios que permitem ao aluno consolidar esses conceitos. Na 2ª parte do programa os complexos são apresentados desde os conceitos elementares. Toda a teoria de análise complexa surge de seguida de forma natural como generalização de conceitos já abordados antes em análise real, com todas as particularidades do plano complexo. Todos os conceitos serão acompanhados de exemplos e exercícios que permitem ilustrar e treinar o estudante no cálculo com números complexos.

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

The first part of the program covers the typical material of a numerical series module. The basic concepts of series will be taught, as well as several convergence criteria. Then is introduced the concept of function series which appear naturally as an application of the concept of sequence of functions. Special focus is given to the power series. All these concepts will be accompanied by illustrative examples and exercises that allow students to consolidate these concepts. In the second part of the program complex numbers are presented from the elementary concepts. The whole theory of complex analysis then arises naturally as a generalization of the concepts already discussed before in real analysis, with all the peculiarities of the complex plane. All concepts will be accompanied by examples and exercises which allow to illustrate and train the student in complex number calculations.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias são apresentadas nas aulas teóricas (duas aulas de 1,5h por semana), junto com exemplos ilustrativos. As aulas práticas (duas aulas de 1,5h por semana), serão dedicadas à resolução de problemas, apoiados pelo professor. Ao longo do semestre serão realizados dois testes com duração de 1 hora 30 minutos e uma avaliação das aulas práticas. Cada teste tem classificação até um máximo de 20 valores e a avaliação das aulas práticas poderá ser entre 0 e 2 valores. Calcula-se a média obtida nos testes e soma-se a nota obtida na avaliação das aulas práticas. O aluno que obtiver a partir de 16,5 valores terá que fazer uma prova suplementar. Por outro lado, é pedido ao aluno que assista a pelo menos 2/3 das aulas práticas.

No caso de reprovação, os alunos têm acesso a um exame de recurso, têm ainda a hipótese de poder repetir só uma parte da prova respeitante à matéria coberta por um dos testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics will be presented in lectures (two lectures of 1.5 hours per week), along with illustrative examples. Two lectures of 1.5 hours per week will be devoted to problem solving, assisted by the teacher.

During the semester, two tests with a duration of 1 hour 30 minutes and an evaluation of practical classes will be carried out. Each test has a classification of up to 20 values and the evaluation of practical classes may be between 0 and 2 values. Calculate the mean obtained in the tests and add the grade obtained in the evaluation of the practical classes. The student that obtains more or equal to 16,5 values will have to do an additional test. On the other hand, the student is asked to attend at least 2/3 of the practical classes.

In case of disapproval, students have access to an exam, they also have the possibility of doing only the part of the exam which covers one of the tests.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno, com resolução de exercícios sobre a matéria exposta nas aulas teóricas.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.

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

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

3.3.9. Bibliografia principal:

AHLFORS, L. V., Complex Analysis, McGraw-Hill, 1979.

AGARWAL, Ravi, PERERA, Kanisshka e PINELAS, Sandra - An Introduction to Complex Analysis, 2011, Springer

ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. - Cálculo II; 8ª Edição, Bookman, 2007.

CAMPOS FERREIRA, J. - Introdução à Análise Matemática, Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.

CARREIRA, M. A. e NÁPOLES, M. S., Variável complexa - Teoria elementar e exercícios resolvidos, McGraw-Hill.

DIAS AGUDO, F. R. - Análise Real, 2ª edição, Livraria Escolar Editora, 1994.

MARSDEN, J. E., e HOFFMAN, M. J., Basic Complex Analysis, 3ª edição, Freeman, 1999.

MARSDEN, J. e WEINSTEIN, A. - Calculus III; Springer, 2ª Edição, 1984.

SAFF, E. B.; SNIDER, A. D. - Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering and Science - 3rd Edition, Pearson Education, 2003.

SÁ, A. e LOURO, B. - Sucessões e Séries, Teoria e Prática. Escolar Editora, 2009.

Mapa IV - Álgebra I / Algebra I**3.3.1. Unidade curricular:***Álgebra I / Algebra I***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Maria de Fátima Vale de Gato Santos Rodrigues - T:42h***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Maria do Rosário Silva Franco Fernandes – PL:28h***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Preende-se que o aluno adquira conhecimentos básicos sobre as estruturas de grupo e de anel.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The student is supposed to learn on fundamental aspects of groups and rings.***3.3.5. Conteúdos programáticos:***I. Grupos**1. Generalidades.**2. Subgrupos.**3. Grupos cíclicos.**4. Classes laterais. Índice de um subgrupo.**5. Relações de congruência. Grupos cociente. Subgrupos normais.**6. Morfismos.**7. Decomposição canónica e Teorema do Homomorfismo.**8. Teoremas do Isomorfismo.**9. Grupo Simétrico.**II. Anéis**1. Generalidades.**2. Divisores de zero. Domínios de integridade. Anéis de divisão.**3. Característica de um anel.**4. Subanéis.**5. Relações de congruência. Anéis cociente. Ideais.**6. Morfismos.**7. Decomposição canónica e Teorema do Homomorfismo.**8. Teoremas do Isomorfismo.***3.3.5. Syllabus:***I. Groups**1. Basics.**2. Subgroups.**3. Cyclic groups.**4. Cosets. Index of a subgroup.**5. Congruence relations. Quotient groups. Normal subgroups.**6. Morphisms.**7. Canonical decomposition and Homomorphism Theorem.**8. Isomorphism theorems.**9. Symmetric Group.**II. Rings**1. Basics.**2. Zero divisors. Integral domains. Division rings.**3. Characteristic of a ring.**4. Subrings.**5. Congruence relations. Quotient rings. Ideals.**6. Morphisms.**7. Canonical decomposition and Homomorphism Theorem.**8. Isomorphism theorems.***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O programa contempla todos os aspetos referidos nos objetivos de aprendizagem: o primeiro (relativo a grupos) no capítulo I e o segundo (relativo a anéis) no capítulo II. A bibliografia recomendada abrange todos os itens do programa, permitindo que os alunos possam, com o apoio do professor, desenvolver de forma equilibrada todos os conhecimentos e capacidades necessárias ao bom cumprimento dos objetivos.***3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The program covers all the aspects mentioned in the learning objectives: the first (on groups) in chapter I and the second (on rings) in chapter II. The recommended bibliography covers all items of the program, allowing students, with teacher support, to develop in a balanced way all the knowledge and skills necessary for the proper fulfillment of the objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas, alternado sessões teóricas e sessões práticas de modo conveniente. Na sessões teóricas são expostos os conteúdos da disciplina, ilustrados com exemplos de aplicação. Nas sessões práticas os alunos serão chamados a resolver exercícios e a elaborar demonstrações de alguns dos resultados apresentados. Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões extra combinadas diretamente entre aluno e professor.

Os alunos poderão obter aprovação à disciplina por meio da realização de provas escritas (testes), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes are theoretical-practical, alternating theoretical sessions and practical sessions as is convenient. In theoretical sessions the contents of the course are exposed and illustrated with examples. In practical sessions students will be asked to solve problems and elaborate demonstrations of some of the results presented.

Any questions/doubts are clarified during classes or tutorial sessions or even in extra sessions combined directly between student and teacher.

Students may obtain approval by performing written (tests), to be held during the class period. Alternatively, they may present themselves to a final exam that will test all the learning goals of the course.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas em sessões teóricas, com o apoio adicional dos horários de atendimento. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas sessões teóricas através da exposição e e discussão dos conceitos fundamentais da disciplina e nas sessões práticas, com o apoio adicional dos horários de atendimento, através da resolução de problemas com apoio do docente.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lecture sessions, with additional support of tutorial sessions. The acquisition of knowledge is assessed with written evaluations. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: the theoretical sessions through exposure and and discussion of the fundamental concepts of the discipline and the practical sessions, with additional support of tutorial sessions, through problem solving with the help of the teacher.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. J. Durbin, *Modern Algebra*, John Wiley & Sons, Inc.
2. N. Jacobson, *Basic Algebra I*, W. H. Freeman and Company.
3. S. Lang, *Algebra*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
4. A. J. Monteiro e I. T. Matos, *Álgebra, um primeiro curso*, Escolar Editora.
5. M. Sobral, *Álgebra*, Universidade Aberta.

Mapa IV - Probabilidades e Estatística II / Probability and Statistics II

3.3.1. Unidade curricular:

Probabilidades e Estatística II / Probability and Statistics II

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

Ayana Maria Xavier Furtado Mateus - T:42h

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

Maria de Fátima Varregoso Miguens - PL:28h

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

Dotar os alunos de um conhecimento sólido nas áreas da Estimação pontual e intervalar, de modo a poderem facilmente levar a cabo e definir testes de hipóteses e determinar intervalos de confiança para parâmetros de distribuições e populações baseados quer em pequenas quer em grandes amostras, bem como dotá-los da capacidade de realizarem estudos sobre as distribuições, quer exatas quer assintóticas, de uma variedade de estatísticas amostrais.

Será exatamente a obtenção dos conhecimentos e aptidões acima referidas, enquadradas no âmbito do programa da disciplina, que será o objeto da avaliação desta disciplina.

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

Give the students a solid knowledge in the areas of point and interval estimation, which may allow them to carry out and define testing procedures and confidence intervals for distribution and population parameters, based either on small or large samples, as well as provide them with the necessary skills to study and obtain the exact or asymptotic distributions of a range of sample statistics.

The objective of the evaluation in this course will be exactly the evaluation of the obtainment of the above mentioned knowledge and skills, duly placed within the course program and syllabus.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Cap. 1 - Convergência de v.a.s

Conv. em distribuição e probabilidade: TLCs, Teor. da continuidade, Lei Fraca dos Grandes Números

Conv. de momentos

Conv. em média de ordem h

Conv. com probabilidade 1 - Lei Forte dos Grandes Números

Cap. 2 - Distribuição de Estatísticas Amostrais

Cap. 3 – Estimação pontual

Método dos momentos, Máxima Verosimilhança, Mínimos Quadrados, Outros

Estimadores: Centragem, Consistência, Suficiência, Plenitude, Eficiência

BLUEs, UMVUEs, O limite de Cramer-Rao

Cap. 4 – Estimação intervalar

Intervalos de Confiança. Definição e métodos de determinação

Intervalos de Confiança para amostras grandes

Cap. 5 – Testes de hipóteses

Fundamentos

Teste mais potente. Lema de Neyman-Pearson

Testes de razão de verosimilhanças

Cap. 6 – Aplicações

Intervalos de Confiança e Testes para a média e variância de populações Normais

Testes Qui-quadrado de independência e ajustamento

Testes de ajustamento à Normal

3.3.5. Syllabus:

Chap. 1 - Convergence of r.v.s

Conv. in distribution and probability: CLTs, Continuity Theor., Weak Law of Large Numbers

Conv. of moments

Conv. in h -th mean

Conv. with probability 1 - Strong Law of Large Numbers

Chap. 2 - Distribution of Sample Statistics

Chap. 3 – Point Estimation

Method of moments, Maximum Likelihood, Least Squares, Other

Estimators: Unbiased, Consistent, Sufficient, Completeness, Efficient

BLUEs, UMVUEs, Cramer-Rao lower bound

Chap. 4 – Interval Estimation

Confidence Intervals. Definition and derivation methods

Confidence Intervals for large samples

Cap. 5 – Hypotheses Testing

Foundations

Most powerful test. Neyman-Pearson Lemma

Likelihood ratio tests

Chap. 6 – Applications

Confidence Intervals and Tests for the mean and variance of Normal populations

Chi-square tests of independence and goodness-of-fit

Goodness-of-fit tests for the Normal

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

Começando pela apresentação das mais importantes formas de convergência de v.a.s e principais resultados e Teoremas relacionados, como os TLCs e as Leis Fraca e Forte dos Grandes Números, passa-se à análise e estudo das distribuições exatas e assintóticas de estatísticas amostrais, com particular ênfase nas estatísticas ordinais, com a finalidade de chegar ao estudo dos estimadores, os quais sendo sempre estatísticas amostrais, são também frequentemente estatísticas ordinais. Particular atenção será dada às mais importantes propriedades dos estimadores, como sejam a centragem, consistência, plenitude e eficiência. Com base nestes conhecimentos, será então possível definir diferentes estratégias ótimas para a construção de intervalos de confiança e testes associados para parâmetros de várias populações, uns e outros baseados em estatísticas com determinadas distribuições conhecidas e com determinadas propriedades ótimas.

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

Starting with the presentation of the most important forms of convergence of r.v.s and main related results and Theorems, as TLCs and the Weak and strong Laws of Large Numbers, we will get to the study of the exact and asymptotic distributions of sample statistics, with particular emphasis on the ordinal statistics. All this with the aim of reaching the study of estimators, which being always sample statistics, are also quite often ordinal statistics. Special

attention will be given to the study of the most important properties of estimators as unbiasedness, consistency, completeness and efficiency. Based on this knowledge it will then be possible to be able to define optimal strategies for the construction of confidence intervals and associated tests for different population and distribution parameters, both of them based on statistics which have known distributions and optimal properties.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição da matéria e introdução dos conceitos, complementadas com a apresentação de exemplos ilustrativos dos conceitos trazidos ao conhecimento dos alunos. As aulas Teóricas serão complementadas com Aulas Práticas, as quais deverão acompanhar o mais proximamente possível as Aulas Teóricas. Nestas aulas será feita a resolução de problemas, relacionados com os conceitos e resultados introduzidos nas Aulas Teóricas, com a imprescindível participação ativa dos alunos.

Para quem optar pela avaliação contínua haverá 3 testes, sendo a nota final a média ponderada das classificações obtidas (com nota mínima de 7 valores no 3º teste) e sendo a aprovação na Disciplina obtida com uma classificação de pelo menos 10 valores (numa escala de 0-20).

Para quem tenha optado pelo Exame ou não tenha ou não tenha obtido uma classificação de pelo menos 10 valores na avaliação por testes:

** Exame final*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures, where the main concepts and results will be introduced to the students, together with the presentation of illustrative examples, which are intended to enlighten the concepts presented. This Lectures will be complemented with Labs which will go shoulder to shoulder with the Lectures and where the resolution of problems, related to the concepts introduced in the Lectures, will be made with the active participation of the students.

For those who will choose the evaluation through tests, there will be 3 tests, being the final grade (on a 0-20 scale) the weighted average of the classifications in the 3 tests (with the requirement for a minimal grade of 7 on the 3rd test). Approval is obtained with a grade of at least 10 (on a 0-20 scale).

For those who choose the evaluation by Exam or did not obtain a final grade of at least 10 in the evaluation through tests:

** Final Exam*

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

Só com um conjunto bem elaborado e devidamente sequenciado de Aulas Teóricas, onde são introduzidos os principais conceitos e resultados formais, seguidas de perto por Aulas Práticas onde são resolvidos problemas intimamente relacionados com os conceitos e resultados introduzidos nas Aulas Teóricas, será possível lecionar um conjunto de matérias que os alunos têm de apreender, consolidar e, digamos, quase que interiorizar, devidamente, de forma a ficarem habilitados com os devidos conhecimentos que lhes possibilitem cumprirem os objetivos da disciplina.

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

Only with a well planned and duly sequenced set of Lectures, where the main concepts and results are introduced, closely followed by Labs where problems intimately related with the concepts and results introduced are solved with the active student participation, it will be possible to the students to acquire the required knowledge and know-how in order to fulfill the course objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Coelho, C. A. . Tópicos em Probabilidades e Estatística, Vol. II, Cap. 8 e 9

Coelho, C. A. . Tópicos em Probabilidades e Estatística, Vol. III.

Mood, A. M., Graybill, F. A. e Boes, D. C. (1974). Introduction to the Theory of Statistics, 3ªed. McGraw-Hill, New York

Rohatgi, V. K. (1976). An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics, J. Wiley & Sons, New York

Mapa IV - Análise Numérica I / Numerical Analysis I

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Numérica I / Numerical Analysis I

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

Elvira Júlia Conceição Matias Coimbra - T:42h

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

Magda Stela de Jesus Rebelo - PL:42h

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

O objetivo da Análise Numérica está fundamentalmente relacionado com o desenvolvimento de métodos que permitem obter, de uma forma eficiente e usando operações aritméticas, soluções, em geral aproximadas, de problemas expressos matematicamente.

Na disciplina em questão pretende-se que os alunos adquiram familiaridade com alguns dos métodos numéricos

utilizados na resolução de equações e de sistemas de equações não lineares, métodos de interpolação e aproximação, diferenciação e integração numérica, métodos numéricos em Álgebra Linear. É muito importante ainda o estudo dos erros e sua propagação e a sensibilização relativamente a problemas mal condicionados e estabilidade de métodos numéricos.

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

The main objective in Numerical Analysis is concerned with the development of methods for approximation, in an efficient manner and using arithmetic operations, solutions to mathematically expressed problems. This course is intended to familiarize the student with the commonly numerical methods used in solving equations and systems of nonlinear equations, interpolation and approximation, differentiation and numerical integration, numerical methods in linear Algebra. It is also very important the study of basic aspects of numerical computation, namely the question related to rounding and truncation errors and the sensitivity of the solution of a ill conditioned problem to slight changes in the data and the unstable methods.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Erros. Estabilidade e condicionamento.
2. Interpolação polinomial. Interpolação de Hermite. Splines cúbicos. Convergência.
3. Método dos mínimos quadrados. Escolha de funções base.
4. Diferenciação e Integração. Diferenças finitas. Fórmulas de Newton-Cotes. Integração de Romberg. Quadratura Gaussiana.
5. Equações não lineares. Métodos do ponto fixo e de Newton. Convergência.
6. Sistemas de equações não lineares.
7. Métodos numéricos em Álgebra Linear. Normas vectoriais e matriciais. Sistemas de equações lineares. Número de condição. Métodos iterativos. Métodos de Jacobi e Gauss-Seidel. Convergência.

3.3.5. Syllabus:

1. Errors. Stability. Ill-conditioned and well-conditioned problems.
2. Polynomial interpolation. Hermite interpolation. Cubic splines interpolation. Convergence.
3. Least squares approximation. Choice of basis functions.
4. Differentiation and Integration. Finite differences. Newton-Cotes formulas. Romberg integration. Gaussian methods.
5. Nonlinear Equations. Fixed point iteration. Newton method. Convergence.
6. Methods for solving nonlinear simultaneous equations.
7. Numerical methods in Linear Algebra. Vector and matrix norms. Systems of linear equations. condition number. Iterative methods. Jacobi and Gauss-Seidel methods. Convergence theory.

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

Numa primeira parte são apresentados os conceitos e linguagem básica relacionados com a Análise Numérica. No cap. 2 pretende-se que o aluno domine conceitos e resultados relacionados com a interpolação: interpolação polinomial, de Hermite e por splines, bem como as questões de convergência associadas. No cap. 3 abordam-se métodos de aproximação de funções e dados, nomeadamente, a aproximação dos mínimos quadrados, sendo referido o inerente problema do mau condicionamento. No cap. 4 são estudados métodos de diferenciação e integração numéricas. Os capítulos 5 e 6 são dedicados à resolução numérica de equações e sistemas de equações não lineares. No último capítulo são tratados os métodos numéricos em Álgebra Linear com ênfase nos sistemas lineares.

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

We start by addressing some basic concepts related to numerical analysis, namely error concepts, conditioning and stability. In chap. 2, the student should acquire concepts and results related to interpolation theory (namely, polynomial and Hermite interpolations and cubic splines). In chap. 3, we study least squares problems for functions and data approximation. In chap. 4, we address numerical differentiation and integration techniques. Chapters 5 and 6 allows expertise in solving equations and systems of nonlinear equations. Last chapter leads to the comprehension of methods in linear algebra which allows expertise in solving systems of linear equations.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os assuntos teóricos são apresentados e explicados aos alunos nas aulas teóricas (3h/semana). Estes temas são aplicados pelos alunos, resolvendo problemas nas aulas de laboratório (3h/semana). Durante as aulas de laboratório, os estudantes são agrupados em equipas e realizam trabalhos de computação cujo objetivo é o da consolidação do assuntos abordados nas aulas teóricas. Após a conclusão dos trabalhos, os alunos devem discutir os resultados obtidos com o docente.

Avaliação:

- Dois testes ao longo do semestre, ou em alternativa, um exame final.
- Dois projetos computacionais.

A classificação final (NF) é dada pela média ponderada da classificação dos testes (NT) (ou em alternativa, um exame final) e a classificação prática (NP), obtida como a média aritmética das classificações dos dois projetos de computação.

$$NF=0.7NT+0.3NP$$

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical subjects are presented and explained to the students in a theoretical class (3h/week). These subjects are applied by students, solving problems in the practical classes (3h/week).

During lab classes, students are grouped in teams and develop programming assignments whose objective is to consolidate the concepts addressed in lectures. After concluding each assignment, students should discuss with the professor, the behaviour of the developed programs and the respective connection to the concepts, learned throughout the course.

Evaluation components:

- *Two tests, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts, or a final exam.*
- *Two computational projects.*

The final classification (NF) is the weighted mean of the classification of the two tests (NT) (or in alternative the mark on the final exam) and the practical mark (NP) obtained by the arithmetical mean of the classification in two programming projects. $NF=0.7NT+0.3NP$

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

Um dos objetivos das aulas teóricas é a apresentação dos conceitos básicos, princípios fundamentais e métodos de Análise Numérica e suas aplicações. Em cada etapa apresentam-se exemplos ilustrativos e efetuam-se demonstrações detalhadas dos teoremas essenciais. A fim de motivar os alunos, algumas questões são previamente introduzidas.

As aulas práticas são dedicadas a resolver problemas de aplicação dos conceitos acabados de introduzir bem como a implementação numérica de alguns algoritmos estudados nas aulas teóricas.

Os docentes reservam algumas horas extra com o objetivo de ajudar os estudantes a compreender melhor os assuntos tratados.

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

One of the objectives of the lectures is the presentation of basic concepts, principles and methods of numerical analysis and applications. At every stage, we introduce illustrative examples and we present the detailed proofs of the essential theorems. In order to motivate students, some questions are previously introduced.

Practical classes are devoted to solving exercises and computational implementation of some numerical algorithms.

Some extra hours are intended to help the students in better understanding the theoretical subjects and their applications.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. *Hacques, G. - Mathematiques pour l'informatique III- Algorithmique Numerique- Armand Colin.*
2. *Vandergraft, J.S. - Introduction to Numerical Computations- Academic Press.*
3. *Forsythe, G.; Malcolm, M.A.; Moler, C.B.- Computer Methods for Mathematical Computations- Prentice-Hall.*
4. *Burden, R.; Faires, J.D.; Reynolds, A.C.- Numerical Analysis-Wadsworth International Student Edition.*
5. *Coimbra, E. - Splines Cúbicos- Notas de lições para alunos do segundo ano das licenciaturas da F.C.T.- Departamento de Matemática da F.C.T. da U.N.L.*
6. *Coimbra, E. - Integração Adaptativa- Notas de lições para alunos do segundo ano da Licenciatura em Matemática da F.C.T.- Departamento de Matemática da F.C.T. da U.N.L.*
7. *Fox, L.; Mayers, D.F.- Computing Methods for Scientists and Engineers- Clarendon Press.*
8. *Freitas, A.C. -Introdução à Análise Numérica, Volume I- U.L.M.*

Mapa IV - Análise Matemática IV F / Mathematical Analysis IV F**3.3.1. Unidade curricular:**

Análise Matemática IV F / Mathematical Analysis IV F

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

António Patrício Alexandre – T:42h

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

Cláudio António Rainha Aires Fernandes – PL:42h

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

Os alunos devem familiarizar-se com os diversos aspetos das equações diferenciais, nomeadamente: como estas modelam um problema real; as principais técnicas de solução; a análise do resultado obtido e em particular a sua interpretação consoante o problema original.

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

Students must be familiarizes with diverse aspects of differential equations: how it is used to model a real-world problem, the main techniques for solving the equation; the analysis of the solution, in particular its interpretations with respect to the original problem.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Equações diferenciais de primeira ordem. Existência e unicidade de solução. Equações autónomas, lineares, separáveis, de Bernoulli e exatas. Fatores integrantes.
2. Equações diferenciais lineares de ordem superior. Método da variação das constantes. Método dos coeficientes indeterminados. Ressonância.
3. Soluções por desenvolvimento em série de potências. Funções de Bessel, de Lagrange e de Hermite.
4. Sistemas de equações diferenciais lineares de coeficientes constantes. Estabilidade das soluções de equilíbrio.
5. Transformada de Laplace. Convolução. Aplicações à resolução de equações diferenciais lineares.
6. Equações com derivadas parciais. Método da separação de variáveis. Equações do calor, das ondas e de Laplace.
7. Séries e transformada de Fourier. Aplicações à resolução de equações diferenciais parciais.
8. Cálculo das variações. Lema fundamental. Equações de Euler-Lagrange. Aplicações.
9. A Transformada de Radon. Aplicações.

3.3.5. Syllabus:

1. First order differential equations. Existence and uniqueness theorems. Autonomous, linear, separable, Bernoulli and exact equations. Integrating factors.
2. Higher order linear differential equations. Variation of parameters and method of indeterminate coefficients. Resonance.
3. Power series solutions to differential equations. Bessel, Lagrange and Hermite functions.
4. Systems of linear differential equation with constant coefficients. Stability of equilibrium solutions.
5. Laplace transform. Convolution. Solving linear differential equations with Laplace transform.
6. Partial differential equations. Separation of variables. Heat, wave and Laplace equations.
7. Fourier series and Fourier transform. Applications to partial differential equations.
8. Variational calculus. Fundamental lemma. Euler-Lagrange equation. Applications.
9. Radon transform. Applications.

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

Alguns tópicos (1, 3, 4, 6) do programa apresentam diversas classes de equações diferenciais, introduzindo graus de complexidade matemática paulatinamente. Outros tópicos (2, 5, 7) introduzem técnicas mais gerais para soluções de problemas anteriormente estudados, mas que não haviam sido satisfatoriamente resolvidos. Estas técnicas também são particularmente importantes em aplicações aos problemas de engenharia. Finalmente, os tópicos 8 e 9 apresentam aplicações a problemas reais.

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

Topics 1, 3, 4 and 6 introduce different examples of differential equations, from the simpler to the complex. Topics 2, 5 and 7 introduce specific techniques that are more powerful and allow a better understanding of differential equations already studied. Furthermore, these techniques are particularly useful in the applications. Finally, in topics 8 and 9, some real world applications are provided.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas dividem-se em dois tipos: aulas teóricas (3 horas por semana), onde a teoria é apresentada, e aulas práticas (3 horas por semana) onde exemplos são trabalhados em detalhe. A avaliação consiste em 3 testes, em intervalos aproximadamente regulares, com nota mínima 7 (em 20) no terceiro teste. A média destes três testes, respeitada a nota mínima, é a "avaliação contínua". Há ainda a possibilidade de um exame de recurso no final do semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

There are two kinds of lectures: general classes, where the theory is presented and exercises classes, where specific examples are worked in full detail. Evaluation consists in three tests, in regular intervals, with minimum grade (7/20) in the third one. The average consists in the so called "avaliação contínua". For students who fail in the "avaliação contínua", there is a general exam in the end of the term ("exame de recurso").

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

Nas aulas teóricas são apresentados os ingredientes necessários para que os alunos acompanhem a solução detalhada de exemplos nas aulas práticas. Há ainda a possibilidade de atendimento em horário de dúvidas. A avaliação consiste em perguntas em parte similares aos exemplos trabalhados, em parte que mostre uma aprendizagem mais profunda. Muitos exemplos reais serão estudados. Os tópicos estudados são fortemente correlacionados com o que será usado em outras disciplinas.

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

In the general classes, the necessary material for deeper understanding will be presented. In the exercises classes, examples will be worked in full detail. Students will also have the option to discuss specific doubts with the professors outside normal lecture hours. Evaluation will be partially based on routine exercises, and partially based on deeper exercises. Real examples will be studied during classes. The topics in this discipline are clearly linked to the material that is used in specific disciplines in the following years.

3.3.9. Bibliografia principal:

- M. BRAUN, *Differential Equations and Their Applications*. Springer-Verlag.
- R. DIPRIMA & W.E. BOYCE, *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*. John Wiley & Sons.
- D.G. ZILL, *Equações Diferenciais com Aplicações em Modelagem*. Pioneira Thomson Learning.
- E. KREYSZIG, *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sons.

- F. BRAUER & J.A. NOHEL, *Introduction to Differential Equations with Applications*. Harper & Row, Publishers.
- N.H. ASMAR, *Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems*. Pearson Prentice Hall.
- G. BIRKHOFF & GIAN-CARLO ROTA, *Ordinary Differential Equations*. John Wiley & Sons.
- A. SÁ & B. LOURO, *Sucessões e Séries. Teoria e Prática*. Escolar Editora e versão iBook.
- T.G. FEEMAN, *The Mathematics of Medical Imaging: A Beginner's Guide*. Springer-Verlag.

Mapa IV - Estatística Aplicada / Applied Statistics

3.3.1. Unidade curricular:

Estatística Aplicada / Applied Statistics

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

Luís Pedro Carneiro Ramos - T:28h

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

João Filipe Lita da Silva – PL:28h

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

- * *Dar aos alunos uma visão alargada do Modelo Linear (Regressão Linear Simples e Múltipla, Análise de Variância, Análise de Covariância) com ênfase na inferência associada a estes modelos, nomeadamente na inferência relacionada com os testes de ajustamento destes modelos e testes a parâmetros e grupos de parâmetros.*
- * *Apresentar aos alunos o Modelo Linear como uma ferramenta que generaliza algumas das técnicas inferenciais estudadas noutras disciplinas anteriores no Curriculum, como os usuais teste T a duas amostras (independentes ou emparelhadas).*
- * *Utilização de um software para a implementação dos modelos estudados e realização dos testes apresentados.*

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

- * *Give the students an enlarged view of the Linear Model (Simple and Multiple Regression, Analysis of Variance, Analysis of Covariance) with emphasis placed on the related inferential processes, namely the one related with the test of fit of the models and the tests to individual parameters or groups of parameters.*
- * *Introduce the Linear Model as a tool that generalizes some of the inferential techniques given to the students in previous courses in their Curriculum, as the usual T tests for two samples (independent or paired).*
- * *Use of a software to implement the models studied and to carry the tests proposed.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Modelo Linear (ML): Formulações; o valor esperado cond. na modelação de v.a.'s*
2. *A Regressão Linear (RL): Estimação dos parâmetros: método dos mín. quadrados; distribuições dos estimadores; estimação da variância do erro; inferência: testes ao ajustamento, aos parâmetros e entre Modelos e Submodelos; os métodos Backward, Forward e Stepwise; teste de 'lack-of-fit'; análise de resíduos e teste para outliers; transformações das variáveis; abordagem matricial do ML; bandas de confiança; colinearidade; testes entre Modelos de RL*
3. *A Análise de Variância (AV): teste à iguald. da média de populações Normais; o Modelo de AV a um factor, com efeitos fixos; vantagens da abordagem via ML; comparações múltiplas de médias; os delineamentos com 2, 3 ou mais factores de efeitos fixos; teste à iguald. da média de populações, para am. emparelhadas; o Modelo de Blocos casualizados; Modelos de ef. aleatórios e mistos.*

3.3.5. Syllabus:

1. *The Linear Model (LM): Formulations; the cond. expected value in modeling r.v.'s*
2. *The Linear Regression (LR): Estimation of parameters: the mean square method; distributions of estimators; estimating the error variance; inference: tests of model fit, to parameters and between Models and Submodels; the Backward, Forward and Stepwise methods; the 'lack-of-fit' test; residual analysis and outlier test; transformation of variables; the matrix approach to LM; confidence bands; colinearity; tests among LR models*
3. *The Analysis of Variance (AV): testing the equality of Normal means; the AV model with 1 factor, with fixed effects; advantages of the LM approach; multiple comparisons of means; the designs with 2, 3 or more factors with fixed effects; testing the equality of population means, for paired samples; the randomized Block design; Models with random and mixed effects*

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

O Modelo Linear (ML) é apres. como caso particular da modelação de uma v.a. através da expressão do seu valor esperado condicional como função dos valores de outras v.a.'s. Pretende-se assim dar aos alunos uma visão abrangente do que é a modelação em Estatística e do que são os MLs em particular. Passa-se então a um estudo detalhado dos dois MLs mais comuns. Começando com a Regressão Linear (RL) Simples, passaremos para a RL Múltipla, utilizando como suporte a formulação matricial do Modelo de RL. Entre os modelos de Análise de Variância será dada especial atenção aos modelos fatoriais de efeitos fixos como generalização do teste à igualdade de médias com base em a.a.'s indep.'s, e ao modelo de Blocos casualizados, como generalização do teste à igualdade das médias com base em a.a.'s empar.'s, sendo depois analisados os modelos com

efeitos aleatórios e mistos.

Por último o modelo de Análise de Covariância como modelo englobante

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

The Linear Model (LM) is introduced as a particular case of the modelization of a r.v. by expressing its conditional expected value as a function of the values of other r.v.'s.

This way we want to give students an all-embracing view of what is statistical modelization and what is the LM in particular. We pass then to the detailed study of the two most common LMs.

Starting with the simple Linear Regression (LR) we pass on to the multiple LR, bridging through the matrix formulation of the LR model.

Among the Analysis of Variance models we will pay particular attention to the factorial fixed effects models as a generalization of the test of equality of two means, based on independent samples, and to the random block design, as a generalization of the test of equality of two means, based on paired samples, passing then to the random and mixed effects models.

Finally, the Covariance Analysis model as an all-embracing model.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição da matéria e introdução dos conceitos, complementadas com a apresentação de exemplos ilustrativos dos conceitos trazidos ao conhecimento dos alunos. As aulas Teóricas serão complementadas com Aulas Práticas, as quais deverão acompanhar o mais proximamente possível as Aulas Teóricas. Nestas aulas será feita a resolução de problemas, utilizando conjuntos de dados reais, os quais ilustram questões e conceitos abordados nas aulas teóricas, com a imprescindível participação ativa dos alunos.

Avaliação:

A forma de avaliação recomendada consiste em 3 Testes. Obterá aprovação todo o aluno que tiver uma classificação final de 9,5 valores ou mais.

Os alunos que não tenham obtido uma classificação final de 9,5 valores, ou mais, através da realização dos testes acima, poderá submeter-se a Exame de Recurso, se tiver obtido frequência.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures, where the main concepts and results will be introduced to the students, together with the presentation of illustrative examples, which are intended to enlighten the concepts presented. This Lectures will be complemented with Labs which will go shoulder to shoulder with the Lectures and where the resolution of problems, using real data sets, which will illustrate the problems and issues addressed in the Lectures and which will be related to the concepts introduced in the Lectures, will be made with the active participation of the students.

Evaluation:

The recommended form of evaluation consists in 3 Tests. The student who has an average grade of at least 9.5 (on a 0-20 scale) will be approved in the course.

Students who obtained a final grade from tests less than 9.5 (on a 0-20 scale), may have access to a final Exam, in case they have attended at least 2/3 of Labs and 2/3 of Classes.

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

Só com um conjunto bem elaborado e devidamente sequenciado de Aulas Teóricas, onde são introduzidos os principais conceitos e resultados formais, seguidas de perto por Aulas Práticas onde são resolvidos problemas, a maioria dos quais utiliza dados reais, embora alguns tenham sido 'moldados' de forma a darem origem a situações que tem interesse considerar e analisar, intimamente relacionados com os conceitos e resultados introduzidos nas Aulas Teóricas, é possível apresentar aos alunos o Modelo Linear, nas suas duas vertentes mais conhecidas e mais utilizadas, que são a Regressão Linear e a Análise de Variância, de forma a os alunos ficarem quer com uma sólida formação teórica quer com a plena capacidade de implementarem tais modelos na prática e sabendo-os analisar devidamente.

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

Only with a set of well delineated and well sequenced Lectures, where the main concepts and results are introduced, closely followed by Labs where problems that use real data sets, some of which were 'slightly changed' in order to lead to situations and issues which we want to address, but which are intimately related with the concepts and results shown in the Lectures, it will be possible to give students a solid preparation and background in terms of the Linear Model, in its two most used and common facets, the Linear Regression and the Analysis of Variance models, which will enable them to obtain a solid theoretical formation which in turn will give them the ability to implement these models in practice, knowing well how to analyse the corresponding outputs.

3.3.9. Bibliografia principal:

Bibliografia base:

Coelho, C. A. (1998). Análise de Regressão.

Draper, N. R. e Smith, H. (1998). Applied Regression Analysis. 3.a ed., Wiley-Interscience, J. Wiley & Sons, New York. [Cap.s1-9, 11-15, 17, 20, 21]

Weisberg, S. (1985). Applied Linear Regression. 2.a ed., J. Wiley & Sons, New York. [Cap.s1-9, 12]

Scheffé, H. (1959). The Analysis of Variance. J. Wiley & Sons.

Leitura complementar:

Myers, R. H. (1986). Classical and Modern Regression with Applications. Duxbury Press, Boston. [Cap.s1-9]

Sen, A. e Srivastava, M. (1990). Regression Analysis - Theory, Methods and Applications, Springer, New York. [Cap.s1-5, 8-

11]

Seber, G. A. F. (1977). *Linear Regression Analysis*. J. Wiley & Sons, New York. [Cap.s 3-8, 12]Montgomery, D. C. e Peck, E. A. (1982). *Introduction to Linear Regression Analysis*. J. Wiley & Sons, New York. [Cap.s1-9]Dagnelie, P. (1981). *Principes d'Experimentation*, Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Bélgica. [Cap.s1-12]**Mapa IV - Economia / Economics****3.3.1. Unidade curricular:***Economia / Economics***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito - - TP: 3h por semana *14 semanas *3 turnos = 126h***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Célia Maria Castanheira de Moura da Costa Cabral - TP: 3h por semana *14 semanas *1 turno = 42h***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A unidade curricular tem como objetivo familiarizar os alunos com os principais problemas estudados pela Teoria Económica. Pretende-se que os alunos tenham uma compreensão básica dos mecanismos de funcionamento do sistema económico tanto a nível micro (comportamento individual dos consumidores e das empresas, funcionamento dos mercados) como a nível macroeconómico (agregados macro e política económica). Em termos gerais, espera-se que os alunos dominem conceitos básicos de microeconomia e macroeconomia e aprendam a analisar novas situações de uma maneira formal, com base em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o seu raciocínio lógico.

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

To have a basic understanding of the problems addressed by Economic Theory, both at the microeconomics (consumer and firm behavior, market mechanisms) and the macroeconomics level (macroeconomics variables and economic policy). In general terms, it is expected that students learn basic microeconomic and macroeconomic concepts and learn how to analyze problems that are new to them in a formal way, based on (economic) models, developing their logic reasoning skills.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos fundamentais em Economia: escassez e escolha. Noções de Fronteira de Possibilidades de Produção e Custo de Oportunidade*
2. *Determinantes da Procura de um bem. Função Procura e Curva da Procura.*
3. *Determinantes da Oferta de um bem. Função Oferta e Curva da Oferta.*
4. *Equilíbrio de Mercado. Noções de excedente do consumidor e do produtor.*
5. *Elasticidade da procura e da oferta.*
6. *A intervenção do Estado nos mercados: Impostos, subsídios, controlo de preços.*
7. *Função Produção e Curvas de Custos.*
8. *O modelo de concorrência perfeita. Equilíbrio de curto e longo prazo.*
9. *Equilíbrio de mercado e eficiência. As principais falhas de mercado. Bens públicos. Externalidades.*
10. *Teoria do monopólio. Efeitos sobre o bem-estar*
11. *Introdução à Macroeconomia: Contabilidade Nacional.*
12. *O modelo keynesiano simples de determinação do rendimento de uma economia.*
13. *Inflação*

3.3.5. Syllabus:

1. *Fundamental concepts in economics: scarcity and choice. Production possibilities frontier and opportunity cost.*
2. & 3. *Supply function and demand function.*
4. *Market equilibrium. Consumer and producer surplus.*
5. *Demand and supply elasticity.*
6. *Public intervention: Taxes and subsidies, price ceilings and price floors.*
7. *Production function and cost functions: total cost, average cost and marginal cost.*
8. *The perfect competition case. Short and long and run equilibria.*
9. *Market equilibrium and efficiency. Market failures, public goods and externalities.*
10. *Monopoly theory: uniform price and price discrimination. Welfare effects.*
11. *Introduction to macroeconomics. National Accounts.*
12. *The multiplier model.*
13. *Inflation*

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

Na parte microeconómica apresentam-se os componentes de um modelo de funcionamento do mercado (procura, oferta e efeitos da intervenção do Estado), detalhando-se o lado da oferta (função produção e teoria dos custos). São analisados os casos extremos de estrutura de mercado, concorrência perfeita e monopólio, destacando-se as virtudes do mercado concorrencial mas também as suas falhas. Na componente macroeconómica são apresentados conceitos (PIB, PNB, inflação, etc...) e um modelo de funcionamento da economia a nível agregado.

Pretende-se que, ao encontrar o equilíbrio dos modelos propostos no programa, os alunos exercitem o raciocínio lógico (observando como os resultados dependem das hipóteses específicas de cada modelo) e se habituem a resolver novos problemas, fora da sua área de especialização. Naturalmente, a compreensão da resolução de tais modelos, bem como a interpretação dos seus resultados, facilitarão o domínio dos conceitos subjacentes.

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

The microeconomic part of the syllabus presents the components of a model of market behavior (demand, supply and the effects of public intervention), with greater detail on the supply side (production function and cost theory). The polar cases of market structures, perfect competition and monopoly, are analyzed, and the virtues of a competitive market are presented, hand-in-hand with its failures. The macroeconomic part of the syllabus presents concepts (GDP, GNP, inflation, etc...) as well as a model of how the economy works, as a whole.

The focus on solving these models has the purpose of exercising logical reasoning (observing how specific assumptions shape the results of different models) and of making students practice solving problems outside their areas of comfort. Naturally, understanding how to solve these models, as well as with the interpretation of their results, helps mastering the underlying concepts.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas da UC são de natureza teórico-prática. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos. Recorre-se em seguida à resolução de exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados. A avaliação contínua é composta por 2 mini-testes individuais com igual peso na nota, havendo a possibilidade de aprovar à disciplina por exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The content of the course is taught in theoretical classes, during which interaction with students is stimulated. Problem sets with practical exercises to support understanding of the material covered in the theoretical classes are solved to illustrate the theory. The evaluation is made up of two mid-term tests, each with the same weight on the final grade.

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

A metodologia de ensino corresponde a exposição da matéria teórica pelo docente, seguida da resolução de exercícios ilustrativos, sendo de salientar o ênfase que se faz na interpretação dos resultados obtidos. Esta metodologia tem-se mostrado adequada ao objetivo de fornecer uma formação básica em Economia.

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

The teaching methodology corresponds to the presentation of the theoretical aspects of the syllabus by the lecturer, followed by problem solving sessions. An emphasis is placed on the interpretation of the results. This methodology has proven itself adequate to provide basic knowledge in Economics.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Mata, José, 2000, Economia da Empresa, F. Calouste Gulbenkian, Lisboa.
Samuelson, Paul e W. Nordhaus, 2005, Microeconomia, 18ª Edição, McGraw-Hill.
Samuelson, Paul e W. Nordhaus, 2005, Macroeconomia, 18ª Edição, McGraw-Hill.
Frank, Robert, 2003, Microeconomics and Behavior, 5ª Edição, McGraw-Hill
Dornbusch, R., S. Fisher e R. Startz, 2004, Macroeconomics, 9ª edition, McGraw Hill.*

Mapa IV - Otimização Linear / Linear Optimization

3.3.1. Unidade curricular:

Otimização Linear / Linear Optimization

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

Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira - TP:35h

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

Ana Luísa da Graça Batista Custódio – TP:35h

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

No final desta unidade curricular o aluno deve:

- (i) ter a capacidade de formular problemas de PL e PI;*
- (ii) compreender os principais conceitos e métodos de resolução dos problemas de PL e PI;*
- (iii) saber avaliar a dificuldade de resolução de problemas.*

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

At the end of this course student should:

- (i) be able to model LP and IP problems;*
- (ii) have assimilated concepts and methods for solving LP and IP problems;*
- (iii) be capable to distinguish problems according to their difficulty.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Programação linear (PL): formulação de problemas em PL, geometria da PL, método do simplex, dualidade, análise de sensibilidade.

Programação linear inteira (PI): formulação de problemas em PI, PL vs PI, complexidade computacional, relaxações, método do branch and bound, métodos heurísticos.

3.3.5. Syllabus:

Linear programming (LP): problem formulation, LP geometry, the simplex algorithm, duality, sensitivity analysis.

Integer linear programming (IP): problem formulation, LP vs IP, computational complexity, relaxations, the branch and bound method, heuristics.

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

Em qualquer um dos tópicos serão apresentados exemplos ilustrativos dos problemas pertencentes à respetiva subárea da otimização (PL, PI) de forma a desenvolver a capacidade do aluno para modelar problemas reais que se enquadrem em cada um daqueles tipos, o que permite cumprir o objetivo (i).

Para cada classe de problemas serão estudadas as suas características principais, bem como algoritmos adequados à respetiva resolução, assim cumprindo o objetivo (ii).

O objetivo (iii) decorre naturalmente da compreensão do material tratado ao longo do curso.

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

Examples of problems belonging to each one of the optimization subareas (LP, IP, MOP) will be provided, which will enhance student's skills for modeling real problems that fit in any of these optimization areas. This will permit to achieve outcome (i) above.

The main characteristics of each problem class, as well as algorithms for the corresponding solution, will be assessed. This fulfils the learning outcome (ii).

Goal (iii) directly follows from the understanding of the material treated throughout the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teóricas/práticas participadas, com exposição oral dos conceitos e metodologias devidamente complementada com exemplos e resoluções de problemas. Eventuais dúvidas poderão ser esclarecidas no decurso das aulas ou em sessões individuais com o professor em horário estabelecido.

Os alunos necessitam de assistir a um mínimo de 2/3 das aulas teóricas/práticas lecionadas para se submeterem a avaliação. A avaliação contínua é baseada em três testes. Se um aluno não obtiver aprovação através de avaliação contínua poderá vir a obtê-la num exame de recurso.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes are theoretical/practical with oral presentation of concepts, methodologies, and examples, complemented with problem solving. Specific student difficulties will be addressed during classes or in individual sessions scheduled with the teacher.

Students need to attend a minimum of two thirds of the classes in order to be evaluated.

Continuous evaluation is based on three tests. If a student does not obtain approval through continuous evaluation he can try it in an additional examination.

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

A apresentação de conceitos e metodologias, apoiados com exemplos ilustrativos, pretende motivar os estudantes para a relevância dos tópicos estudados, desenvolvendo a sua capacidade de modelação de problemas e seleção da metodologia mais adequada para a respetiva resolução.

Os alunos terão oportunidade de testar estas capacidades nas aulas, com o apoio do professor, ou em estudo individual, comparecendo eventualmente a sessões de atendimento individual, em caso de dificuldades.

A avaliação da unidade curricular incide sobre a aquisição das competências referidas

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

In classes, concepts and methodologies are presented and illustrated with examples, motivating students for the relevance of the corresponding study, and developing student's ability for modeling problems and selecting the most adequate methodology for the corresponding resolution.

Additionally, classes will allow students to test these skills, under teacher supervision. Students can also test these skills by themselves, scheduling individual appointments with teacher in case of difficulties.

The evaluation of the curricular unit focuses in the acquisition of the mentioned capabilities.

3.3.9. Bibliografia principal:

A First Course in Linear Optimization, Jon Lee, Reex Press, third edition, 2013-2017

https://github.com/jon77lee/JLee_LinearOptimizationBook/blob/master/JLee.3.0.pdf

Operations Research: Applications and Algorithms, Wayne L. Winston, Wadsworth, Belmont, CA, 1994. ISBN: 978-0-534-38058-8

L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998.

Mapa IV - Introdução à Investigação Operacional / Introduction to Operational Research**3.3.1. Unidade curricular:**

Introdução à Investigação Operacional / Introduction to Operational Research

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

Isabel Cristina Silva Correia – TP:35h

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

Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes – TP:35h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá desenvolvido competências que lhe permitam:

- *identificar e resolver problemas básicos de Gestão de Stocks;*
- *identificar e resolver problemas básicos de Gestão de Projetos;*
- *identificar e resolver problemas básicos de Teoria da Decisão;*
- *analisar uma Cadeia de Markov em tempo discreto;*
- *gerar números pseudo-aleatórios e aplicá-los em problemas básicos de Simulação.*

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

At the end of this course a student should be able to:

- *identify and solve basic Inventory Control problems;*
- *identify and solve basic Project Management problems;*
- *identify and solve basic Decision Making problems;*
- *analyse a Markov Chain in discrete time;*
- *generate pseudo-random numbers and use them in basic Simulate problems.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 - Gestão de Stocks (modelos determinísticos básicos; extensões dos modelos determinísticos; básicos).

2 - Gestão de Projetos (Método do Caminho Crítico; Diagrama de Gantt / Gestão de recursos; Redução da duração total de um projeto; Técnica PERT) .

3 - Teoria da Decisão (Decisão em situações de incerteza e de risco; Utilidade. Introdução à decisão multicritério; Decisões sequenciais).

4- Cadeias de Markov em Tempo Discreto (Definição; Probabilidades de transição; Decomposição de uma cadeia homogénea; Teoremas Limite).

5 - Simulação (Geração de números pseudo-aleatórios; Aplicações).

3.3.5. Syllabus:

1 - Inventory Control (basic deterministic models; extensions of the basic deterministic models).

2 - Project Management (Critical Path Method; Gantt Diagram; Reducing the duration of a project; PERT technique).

3 - Decision Making (Decision under uncertainty and risk; Utility. Introduction to multicriteria decision making; Sequential decisions).

4- Markov Chains in Discrete Time (Definition; Transition probabilities; Decomposition of an homogeneous chain; Limit theorems).

5 - Simulation (Generating of pseudo-random numbers; Applications).

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

Os objetivos enunciados relativos à Gestão de Stocks são cobertos em 2 a 3 semanas.

Os objetivos enunciados relativos à Gestão de Projetos são cobertos em 2 semanas.

Os objetivos enunciados relativos à Teoria da Decisão são cobertos em 2 semanas.

Os objetivos enunciados relativos a Cadeias de Markov são cobertos em 3 a 4 semanas.

Os objetivos enunciados relativos à Simulação são cobertos em 3 a 4 semanas.

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

The introduction to Inventory Control is covered in 2 to 3 weeks.

The introduction to Project Management is covered in 2 weeks.

The introduction to Decision Making Models is covered in 2 weeks.

The learning outcomes for Markov Chains are achieved in 3 to 4 weeks.

The learning outcomes for Simulation are achieved in 3 to 4 weeks.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas decorrem num laboratório computacional.

Cada tópico é inicialmente apresentado, seguindo-se a sua imediata aplicação, quando necessário utilizando meios informáticos.

Os alunos dispõem de elementos técnicos de apoio às aulas, bem como de enunciados de exercícios.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento aos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

A avaliação de conhecimentos é feita ao longo do semestre, contemplando dois testes e uma pequena componente de avaliação nas aulas práticas. Os alunos que não obtenham aprovação durante o semestre podem repetir a avaliação na época de recurso.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes take place in a computer room.

Each topic is presented by the lecturer and students will apply it using computers when required.

Theoretical notes and a set of exercises are provided to students.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to attend students or in individual sessions previously scheduled between professor and students.

Students are evaluated regularly during semester (two tests and a small component of evaluation from practical classes). At the end of semester, students not yet approved can repeat evaluation in an additionally evaluation season.

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

De modo a motivar e consolidar a aprendizagem, as aulas são lecionadas em regime teórico-prático.

Semanalmente, há um horário de atendimento disponibilizado para apoio aos estudantes.

O processo de avaliação exige um contacto regular com a matéria ao longo do semestre.

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

To motivate and consolidate learning, classes are lectured in a theoretical-practical approach.

Weekly office hours are available to support students.

The evaluation rules require a regular contact with the subjects lectured during the semester.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. "Elementos de apoio às aulas de Introdução à Investigação Operacional", "Enunciados de Exercícios de Introdução à Investigação Operacional", Ruy A. Costa
2. *Investigação Operacional*, Valadares Tavares et al, McGraw Hill
- 3 *Investigação Operacional-Exercícios e Aplicações*, Mourão et al, Verlag Dashofer
4. *Introduction to Operations Research*, Hillier e Lieberman, McGraw Hill
5. *Operations Research - An Introduction*, Taha, Prentice Hall
6. *Operations Research- Applications and Algorithms*, Winston, Brooks/Cole
7. *Programação Linear (Vol. 1)*, Ramalhete et al, McGraw Hill

Mapa IV - Medida, Integração e Probabilidades / Measure Integration and Probability

3.3.1. Unidade curricular:

Medida, Integração e Probabilidades / Measure Integration and Probability

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

Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques - T:42h

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

José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes – PL:28h

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:

- aplicar as propriedades do integral de Lebesgue (relacionar com o integral de Riemann),
- usar a aproximação de funções mensuráveis através de funções simples para provar certas propriedades dos integrais,
- aplicar os teoremas da convergência monótona e de Lebesgue,
- aplicar a desigualdade de Holder,
- usar a fórmula de mudança variáveis. Manipular integrais de variáveis aleatória independentes,
- usar as propriedades dos espaços L^p ,
- calcular a esperança condicionada de certas v.a.,
- calcular o integral de uma função de várias variáveis relativamente à medida produto, usando o teorema de Fubini,
- saber aplicar a lei dos grandes números e o teorema do limite central,

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

At the end of this course students are expected to be able to:

- apply the properties of the Lebesgue integral (relate with the Riemann integral),
- use the approximation of measurable functions through simple functions to prove certain properties of integrals,
- apply monotonous convergence theorem and Lebesgue convergence theorem
- apply Holder's inequality,
- use change of variables 's formula to compute integrals of random variables. Manipulate integrals of independent r.v.
- use the properties of L^p spaces,
- determine the conditional expectation of certain r.v.,
- use Fubini's theorem,
- apply the law of large numbers and the central limit theorem,

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Medida exterior de Lebesgue sobre R . Conjuntos mesuráveis à Lebesgue. Medida de Lebesgue sobre R . Espaço mensurável e espaço de medida. Espaço de medida completo. Sigma-álgebra de Borel.
- 2- Funções mensuráveis. Variáveis aleatórias (v.a.). Lei e independência de v.a..
- 3- Integral de Lebesgue.
- 4- Teoremas da convergência monótona e da convergência dominada de Lebesgue. Aproximação de funções mensuráveis.
- 5- Fórmula de mudança de variáveis. Esperança de v. a.. Medidas absolutamente contínuas. Caracterização das v. a. relativamente à sua lei (contínuas, discretas e outras).
- 6- Espaços L^2 , ortogonalidade e projeções. Esperança condicionada de uma v. a. relativamente a uma sigma-álgebra. Espaços L^p . Desigualdades de Holder e de Minkowski. L^p como espaços completos.
- 7- Medida produto. Teorema de Fubini.
- 8- Teorema de Radon-Nykodim
- 9- Convergência em probabilidade. Lemas de Borel-Cantelli. Leis forte e fraca dos grandes números. Teorema do limite central.

3.3.5. Syllabus:

- 1- Lebesgue outer measure on R . Lebesgue measurable sets. Lebesgue measure on R . Measurable space and measure space. Borel sigma-field. Complete measure spaces.
- 2- Measurable functions. Law and independence of r.v..
- 3- Lebesgue integral.
4. Monotonous convergence theorem and Lebesgue's convergence theorem. Approximation of measurable functions.
- 5- Change of variables. Conditional expectation. Characterization of a r.v. with respect to its law (continuous, discrete, and other type).
- 6- L^2 spaces, orthogonality and projections. Conditioned expectation. L^p spaces. Holder and Minkowski's inequalities. L^p as complete spaces.
- 7- Product measure. Fubini's theorem.
- 8- Radon-Nykodim Theorem
- 9- Convergence in probability. Borel-Cantelli's Lemma. Strong and weak laws of large numbers. Central limit theorem.

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

Para que todos os objetivos referidos sejam alcançados é necessário o conteúdo programático referido.

Por outro lado, as matérias contidas no conteúdo programático são suficientes para que o aluno cumpra todos os objetivos.

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

For all these purpose to be achieved it is necessary the program content.

On the other hand, the materials contained in the syllabus are sufficient so that the student meets all objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na lecionação de aulas teóricas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.

A avaliação de conhecimentos é realizada através de Avaliação Contínua ou Exame Final.

A Avaliação Contínua consiste em três componentes: realização de 2 testes durante o semente e avaliação em sala de aula (realização de minitestes e resolução de problemas no quadro). Cada uma destas três componentes tem classificação de 20 valores. A classificação final corresponde à média aritmética das classificações obtidas em cada componente.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.

The evaluation is done through Continuous Evaluation or Final Exam.

The Continuous evaluation consists of three components: two tests during the semester and classroom evaluation (mini-tests and problem solving on the blackboard). Each of these three components has a rating of 20 values. The final classification corresponds to the aritmética average of the classifications obtained in each component.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
*The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem.
 Thus, the students are able to achieve all objectives.*

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Marek Capinski, Ekkehard Kopp. *Measure, Integration and Probability*. Springer- Verlag
2. Paul Malliavin: *Integration and Probability*. Springer-Verlag. 1995

Mapa IV - Análise Numérica II / Numerical Analysis II

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Numérica II / Numerical Analysis II

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

Luís Manuel Trabucho de Campos - T: 42h

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

Nuno Filipe Marcelino Martins – PL:28h

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

*Uma introdução à Análise Numérica Matricial,
 Uma introdução à Análise Numérica das Equações Diferenciais.*

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

*An introduction to Numerical Linear Algebra
 An introduction to numerical methods to solve ordinary and partial differential equations.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1-Análise Numérica Matricial
 - Condicionamento de uma matriz
 - Métodos iterativos para a resolução de sistemas de equações: Jacobi, Gauss-Seidel, Relaxação, Métodos do tipo Gradiente.
 - Métodos iterativos para o cálculo de valores e de vetores próprios: Potências iteradas, Jacobi.
- 2-Resolução numérica de Equações Diferenciais Ordinárias
 - Método de Euler
 - Método de Taylor;
 - Métodos de Runge- Kutta ;
 - Métodos de passo múltiplo explícitos e implícitos;
 - Métodos preditores - corretores;
 - Equações diferenciais de ordem n ; sistemas de equações.
 - Método das Diferenças Finitas

3.3.5. Syllabus:

- 1-Numerical Matricial Analysis
 - Matrix condition number
 - Iterative methods for the solution of a system of equations: Jacobi, Gauss-Seidel, Relaxation, Gradient Methods.
 - Iterative methods for the calculation of eigenvalues and eigenvectors; Power method, Jacobi.
- 2-Numerical solution of Ordinary Differential Equations
 - Euler Method;
 - Taylor method;
 - Runge-Kutta methods;
 - Multistep methods (implicit and explicit);
 - Predictor–corrector methods;
 - Higher-order equations and systems of differential equations.
 - Finite Difference Methods

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

Trata-se do programa usual para este tipo de disciplina de uma Licenciatura em Matemática, usados nas mais prestigiadas universidades mundiais.

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

This is the standard program for this type of discipline of a Mathematics degree, used in the most prestigious universities worldwide.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas, a teoria é exposta e são apresentados exemplos de aplicação e ilustração. Os resultados apresentados são demonstrados. É dada oportunidade aos alunos de trabalhar na resolução de problemas, com o apoio do professor caso o necessitem. Os resultados relevantes ilustrados pelos exercícios são objeto de comentário do professor.

- 1. A avaliação de conhecimentos será feita através de dois testes (T1, T2) e seis trabalhos (Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, Tr5, Tr6).*
- 2. Cada teste será classificado de 0 a 20 valores, com aproximação às décimas e terá um peso de 7/20 da classificação final.*
- 3. Cada trabalho será classificado de 0 a 20 valores e terá um peso de 1/20 da classificação final.*
- 4. Para serem aprovados, os alunos deverão obter classificação final igual ou superior a 10 valores.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The theory is explained and illustrated with examples. Main results are proved. The students are given the opportunity of working some problems, with the instructor's support if needed, and the instructor's comments on relevant results highlighted in the problems.

- 1. The assessment will be done through two tests (T1, T2) and six homeworks (Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, Tr5, Tr6).*
- 2. Each test will be will be graded 0-20 values and will be worth 7/20 of the final grade.*
- 3. Each homework will be will be graded 0-20 values and will be worth 1/20 of the final grade.*
- 4. To pass, students must obtain a final classification equal to, or higher than 10.*

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

Trata-se do programa e do método de avaliação usual para este tipo de disciplina de uma Licenciatura em Matemática, usados nas mais prestigiadas universidades mundiais.

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

This is the standard program and assesement method for this type of discipline of a Mathematics degree, used in the most prestigious universities worldwide.

3.3.9. Bibliografia principal:

*BURDEN, R.L.; FAIRES, J.D. (1993) -- Numerical Analysis (fifth edition), Prindle, Weber & Schmidt, Boston.
PINA, H. (1995) -- Métodos Numéricos, McGrawHill.*

CIARLET, P.G. (1985), Introduction à l'Analyse Numérique Matricielle et à l'Optimisation, Masson, Paris.

CROUZEIX, M. and A. MIGNOT (1984), Analyse Numérique des Equations Differentielles, Masson, Paris.

RAVIART, P.A. and J.M. THOMAS (1983), Introduction a l'Analyse Numérique des Equations aux Derivées Partielles, Masson, Paris.

Mapa IV - Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology**3.3.1. Unidade curricular:**

Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology

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

Ruy Araújo da Costa TP: 10h; PL: 50h

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

<sem resposta>

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

No final desta u.c. um aluno deve ser capaz de:

- escrever o seu CV e preparar-se para uma entrevista profissional;*
- perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu*

CV ao longo do tempo;

- *perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;*
- *gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;*
- *compreender a importância da liderança;*
- *utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;*
- *utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções e macros em Visual Basic;*
- *pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;*
- *perceber a importância do domínio básico do Inglês na área de Ciências e Tecnologia (CT);*
- *comunicar adequadamente na área de CT.*

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

After this course, any student should be able to:

- *write his (her) CV and prepare for a job interview;*
- *understand the importance of taking steps to make his (her) CV more appealing;*
- *understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;*
- *manage time adequately and be able to carry out team work effectively;*
- *understand the importance of leadership;*
- *use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;*
- *use Excel's Solver and be able to program functions and macros in Visual Basic;*
- *carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;*
- *understand the importance of English in the Science and Technology area;*
- *communicate adequately in the Science and Technology area.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - *Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.*
- 2 - *Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.*
- 3 - *Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.*
- 4 - *Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e Deontologia.*
- 5 - *Comunicação em Ciências e Tecnologia.*

3.3.5. Syllabus:

- 1 - *Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.*
- 2 - *Time management, team work and leadership.*
- 3 - *Advanced use of Excel spreadsheets.*
- 4 - *Bibliographic research and critical analysis of scientific information.*
- 5 - *Communicating in Science and Technology.*

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

A UC visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.

Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:

- *a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;*
- *preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional;*
- *utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;*
- *pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;*
- *gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.*

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

In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs.

Each of the five topics in this unit is worked throughout one week, preparing the students to:

- *deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;*
- *write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;*
- *use Excel as a general calculus tool in different contexts;*
- *know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;*
- *adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *Em cada semana há 3 aulas práticas que totalizam 10h (2+4+4h);*
 - *Em cada semana há uma aula teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.*
- A avaliação final da UC. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

- In each week there are three practical session with a total of 10 hrs (2+4+4 hrs);

- In each week there is a 2h theoretical-practical session that is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.

Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.

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

1 - Discute-se a forma e o conteúdo de um CV. Os alunos analisam entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Reflete-se sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos.

2 - Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto profissional. Analisa-se as vantagens e desvantagens do Trabalho em Equipa. Analisa-se as características relevantes de um Líder e a sua importância.

3 - Utiliza-se o Excel no contexto da representação gráfica de funções. Apresenta-se a Formatação Condicional. Introduce-se a utilização de Tabelas Dinâmicas. Apresenta-se os Comandos de Contagem e de Estatística Básica no Excel. Aborda-se a Procura Vertical de Informação ("PROCV"). É feita uma aplicação do Solver com a Otimização de uma função. É feita uma introdução ao módulo de Visual Basic do Excel, que inclui a definição de funções e macros em VB.

4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.

5 - Os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa. Os alunos obtêm formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.

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

1 - CV writing and presentation is discussed. Students analyse simulated job interviews and reflect on the relevant aspects of a job interview. Students are made aware of the importance to make their CV more appealing throughout their university years. Students go through a batch of psychometric tests, using moodle e-learning platform.

2 - Time Management is addressed in a university context as well as in a job context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.

3 - Students are requested to draw graphs of functions using Excel. Conditional Formatting is presented. Students use Pivot Tables and learn Counting commands and Basic Statistics commands. Students learn how to "look for" information (Vlookup). Solver is introduced to optimize a function. Visual Basic in Excel is presented and students learn how to define functions and macros.

4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.

5 - The importance of using English in the Science and Technology (ST) area is stressed out. Students acquire skills in written and oral presentations in the ST area.

3.3.9. Bibliografia principal:

- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., "Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL" (2013).

Mapa IV - Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society**3.3.1. Unidade curricular:**

Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society

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

Maria Paula Pires dos Santos Diogo TP: 32h; S: 8h

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

<sem resposta>

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

Objetivos da disciplina: (i) levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual; (ii) catalisar a reflexão crítica dos alunos sobre a sua futura experiência profissional e de cidadania. (iii) aumentar a capacidade de decisão e adaptação dos alunos num mundo em mudança.

Pretende-se: (i) aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural; dominar conceitos fundamentais para a análise das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

(ii) aquisição de competências: perspetivar o relacionamento entre ciência e a tecnologia e sociedade; construir uma memória crítica sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade europeia; desenvolver o sentido de ética e

responsabilidade social do cientista e do engenheiro; relacionar a prática profissional com a prática de uma cidadania crítica e consciente.

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

This course aims at:(i) leading students to ask themselves crucial questions on the nature of the relationship between science, technology and society; (ii) leading students to think about their future work as engineers and about their rights and duties as citizens; (iii) increasing the students' capacity of decision and adjustment in a changing world. Specific capabilities to be developed:to understand the structure of technoscientific knowledge and its relations with social, economic, and cultural contexts;to master the fundamental concepts for the analysis of the interrelationship between science, technology and society.

General capabilities to be implemented:to understand the dynamics of the relationship between science, technology and society;to build a critical memory on the role of science and technology in European society;to develop a sense of ethics and social responsibility;to relate professional practice with the with active citizenship.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

0. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relação ciência, tecnologia e sociedade. Ética, responsabilidade social e cidadania.

1.Risco, Segurança e Responsabilidade: sociedade de risco e ética moderna. Ética, responsabilidade social e cidadania.

2.Ciência, Tecnologia e Género: as mulheres no trabalho em ciência e tecnologia; o género na construção do discurso científico.

3.Redes de Sustentabilidade, ambiente e sociedade: intersecções entre decisão política/económica, competências científicas e técnicas e questões ambientais.

4.Modelos de investigação tecnocientífica contemporâneos e responsabilidade social. Os casos de Einstein, Bohr e Oppenheimer.

5.O Futuro Bio e Nano: landmarks e debates políticos e éticos.

6. E o Homem Criou o Ciborgue: ciência, tecnologia e cultura popular; medos e desconfianças; fronteiras entre humano e não humano.

7.Visualizando a modernidade Ciência, tecnologia e cinema: narrativa cinematográfica e tecnociência.

8.A Sociedade da Informação e a contemporaneidade.

3.3.5. Syllabus:

0. The relationship between science, technology and society. Ethics, social responsibility and citizenship.

1.Risk, Safety, Responsibility and Accountability: risk society and modern ethics. Ethics, social responsibility and citizenship. 2.Science, Technology and Gender: women in science and technology; gender issues in the construction of scientific discourse.

3.Sustainability Networks, Environment and Society: intersections between political/economic decisions, scientific and technical expertise and environmental issues.

4.Models of contemporary technoscientific research and social responsibility: Einstein, Bohr and Oppenheimer.

5.The Bio and Nano Future: landmarks and ethical debates.

6.And Man Created the Cyborg: science, technology and pop culture; fears and distrust; the thin line between human and nonhuman.

7.Making Modernity Visible. Science, Technology and Cinema: film narrative and technoscience.

8.The Information Society and the experience of contemporaneity.

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

Tendo em conta que os objetivos da disciplina são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspetiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência atual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.

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

Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of

topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society.

The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada sessão da disciplina tem 3 horas teórico-práticas, onde a exposição dos conteúdos do programa são assegurados pelo docente, apoiado em materiais didáticos complementares relevantes, nomeadamente iconografia diversa, extratos de obras científicas, técnicas e de literatura, em ambos os casos coevas da matéria lecionada na

sessão, e filmes. A quarta hora da disciplina é de trabalho autónomo do aluno, baseado nos materiais que serão disponibilizados na página de CTS. Procura-se sempre estimular nos alunos uma leitura crítica e integrada destes materiais didáticos nos conteúdos do programa através dos quais serão diretamente avaliados.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Each session lasts three-hours (theory and practice). The contents of the program are presented by the teacher and supported by slides, technical texts, literature, and films covering the topics outlined in the syllabus. The fourth hour of each session is for independent work to be developed by the student based on the CTS course site. Students are encouraged to have a critical posture concerning the topics of the program.

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

As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da disciplina através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão ativa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, jogos vídeo e peças de literatura. Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia e sociedade.

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

The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, video games and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the relationship between science, technology and society.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Allhoff, F. et al (eds.), Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology, Wiley, Hoboken, 2007.
Brodwin, P.E. (ed.), Biotechnology and Culture: Bodies, Anxieties, Ethics, Indiana University Press, Bloomington, 2000.
Carson, R., Silent Spring, Boston, Houghton Mifflin Company, 1962.
Castells, M., Rise of The Network Society, Londres, Blackwell Editors, 1996.
Collins, H., Pinch, T., The Golem at Large, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
Irwin, A., Sociology and the Environment, Polity Press, Cambridge, 2001.
Jonas, H., The Imperative of Responsibility: In Search of Ethics for the Technological Age, University of Chicago Press, Chicago, 1984.
Evetts, J., Gender and Career in Science and Engineering, Londres, Taylor and Francis, 1996.
Elliott, J., An Introduction to Sustainable Development
Malartre, E., Benford, G., Beyond Human: Living with Robots and Cyborgs, Nova Iorque, Forge Books/Macmillan, 2007.
Goodchild, P., J. Robert Oppenheimer, Shatterer of Worlds*

Mapa IV - Métodos Computacionais em Estatística / Computation Methods in Statistics

3.3.1. Unidade curricular:

Métodos Computacionais em Estatística / Computation Methods in Statistics

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

Isabel Cristina Maciel Natário – TP:28h

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

<sem resposta>

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

Adquirir conhecimentos genéricos de um software adequado a análises estatísticas complexas e que permita a gestão de bases de dados de grandes dimensões.

Tendo em conta a atual tendência de aplicação no mercado trabalho, e tendo em conta a natureza livre do software R Project, serão lecionados os fundamentos elementares e genéricos deste software.

O conteúdo da unidade curricular será essencialmente prático, fornecendo aos alunos as técnicas de programação em R que lhes permitam efetuar análises estatísticas elementares a partir de conjuntos de dados.

Serão privilegiados problemas práticos correspondentes a situações reais.

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

Acquire generic knowledge of software suitable for complex statistical analyzes and allowing the management of large databases.

Taking into account the current trend of application in the labor market, and taking into account the free nature of R Project software, will be taught the elementary and generic fundamentals of this software.

The content of the curricular unit will be essentially practical, providing students with R-programming techniques that enable them to carry out elementary statistical analysis from data sets.

Practical problems corresponding to real situations will be privileged.

3.3.5. Conteúdos programáticos:**1- Introdução ao R****1.1 O que é o R****1.2 Instalação do R****1.3 Ajuda e documentação do R****1.4 Os Packages do R****1.5 Objetos em R****1.6 Importação e Exportação de Dados em R****1.7 Manipulação de Dados em R****1.8 Programação em R****2 Estatísticas Descritivas com R****2.1 Tabelas de Frequências Absolutas e Relativas****2.2 Medidas de Localização e Dispersão****2.3 Medidas de Assimetria****2.4 Medidas de Achatamento****2.5 Detecção de Outliers****3 Análise de Dados com recurso a gráficos****3.1 Gráficos de Dispersão****3.2 Gráficos de Barras****3.3 Diagramas Circulares****3.4 Diagramas de Caixa-de-Bigodes****3.5 Diagramas de Caule-e-Folhas****3.6 Histogramas****3.7 Polígonos de Frequências****4 Cálculo de Probabilidades com R****4.1 Cálculo Combinatório****4.2 Regra de Laplace****4.3 A Distribuição Binomial****4.4 A Distribuição Normal****5 Análises Estatísticas Elementares de conjuntos de dados****3.3.5. Syllabus:****1 Introduction to R****1.1 What is R****1.2 Installing the R****1.3 Help and documentation of R****1.4 The Packages of the R****1.5 Objects in R****1.6 Import and Export of Data in R****1.7 Data manipulation in R****1.8 Programming in R****2 Descriptive Statistics with R****2.1 Absolute and Relative Frequency Tables****2.2 Measures of Location and Dispersion****2.3 Asymmetric Measures****2.4 Kurtosis Measures****2.5 Outliers Detection****3 Graphical Data Analysis****3.1 Dispersion Graphs****3.2 Bar Graphs****3.3 Circular Diagrams****3.4 Box plot****3.5 Stem-and-Leaf Diagrams****3.6 Histograms**

3.7 Frequency Polygons

4 Calculation of Probabilities with R

4.1 Combinatorial Calculation

4.2 Laplace rule

4.3 The Binomial Distribution

4.4 The Normal Distribution

5 Basic Statistical Analysis of Datasets

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

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos ferramentas computacionais que lhes permitirão desenvolver competências de programação em R, essencial em grande parte das Unidades Curriculares que serão lecionadas ao longo da licenciatura.

Far-se-á uso dos conhecimentos estatísticos e probabilísticos que os alunos adquiriram no ensino secundário (pontos 2, 3 e 4 dos conteúdos programáticos) para introduzir um software que lhes permitirá efetuar análises estatísticas de grandes bases de dados. Este tipo de análises será explorada no ponto 5 do conteúdo programático.

Serão introduzidos os packages necessários ao cálculo de estatísticas elementares, fornecendo aos alunos mecanismos de pesquisa e aplicação de packages e bases de dados existentes na biblioteca do R.

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

The syllabus content of the Course provides students with computational tools that will allow them to develop R programming skills, essential in most of the Curricular Units that will be taught during the course.

The statistical and probabilistic knowledge that the students acquired in secondary education (points 2, 3 and 4 of the program content) will be used to introduce software that will allow them to carry out statistical analysis of large databases. This type of analysis will be explored in section 5 of the programmatic content.

The necessary packages will be introduced for calculating elementary statistics, providing students with search engines and application packages and databases in the library of R.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O objetivo principal da Unidade Curricular é dotar os alunos de competências computacionais adequadas ao tratamento estatístico de grandes conjuntos de dados.

As metodologias de ensino serão essencialmente de natureza prática, em laboratórios computacionais, depois de introduzidos os conceitos elementares do software adotado.

A avaliação consistirá em trabalhos práticos de análises estatísticas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The main objective of the Curricular Unit is to provide students with computational skills suitable for the statistical treatment of large data sets.

The teaching methodologies will be essentially of a practical nature, in computer labs, after introducing the elementary concepts of adopted software.

The evaluation will consist of practical work on statistical analysis.

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

Pretende-se que os alunos adquiram competências computacionais de análise estatística através de um software adequado.

A resolução computacional de problemas práticos fornece aos alunos capacidades importantes para resolução de problemas reais e concretos bem como de capacidades de análise crítica aos resultados obtidos.

A resolução prática computacional fornece ainda aos alunos capacidades extra de programação na linguagem a utilizar.

A escolha do software R recai sobre a sua vasta utilização no meio académico e crescente tendência de utilização no mercado de trabalho.

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

It is intended that students acquire computational skills of statistical analysis through appropriate software.

The computational resolution of practical problems provides students with important skills for solving real and concrete problems as well as analytical skills for the results obtained.

The practical computational resolution also provides students with extra - programming skills in the language to use.

The choice of R software relies on its wide use in academia and the growing trend of use in the labor market.

3.3.9. Bibliografia principal:

Dalgaard, P. (2008), Introductory Statistics with R, Springer-Verlag, New York

Everitt, B.S., Hothorn, T. (2010), A Handbook of Statistical Analysis using R, CRC Press, Chapman & Hall

Figueiredo, F., Figueiredo, A., Ramos, A., Teles, P. (2009), Estatística Descritiva e Probabilidades – Problemas resolvidos e propostos com aplicações em R, Escolar Editora.

Murteira, B., Antunes, M. (2012), Probabilidades e Estatística, Volume I, Escolar Editora

Murteira, B., Antunes, M. (2012), Probabilidades e Estatística, Volume II, Escolar Editora

Spector, P. (2008), Data manipulation with R, Springer-Verlag, New York

Torgo, L. (2009), A Linguagem R – Programação para a análise de dados, Escolar Editora

Wickham, H. (2016), Ggplot2, Springer International Publishing

Mapa IV - Estatística Atuarial / Actuarial Statistics

3.3.1. Unidade curricular:

Estatística Atuarial / Actuarial Statistics

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

Rui Manuel Rodrigues Cardoso – TP:28h

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

Dora Susana Raposo Prata Gomes – TP:28h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Ser capaz de criar distribuições através de operações fundamentais*
- *Conhecer as principais distribuições e suas relações usadas nas perdas de uma seguradora*
- *Analisar a cauda de uma distribuição e saber classificá-la*
- *Ser capaz de perceber os conceitos básicos da teoria de extremos aplicada ao atuariado*
- *Saber utilizar técnicas estatísticas em dados típicos para o número e montante de indemnizações*

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

At the end of this course the student will have acquired the knowledge, skills and competences that will allow him:

- *To be able to create distributions through core operations*
- *To know the main distributions and their relationships used for the insurer's claims*
- *To analyze the tail of a distribution and know how to classify it*
- *To be able to understand the basic concepts of extreme theory applied to actuarial sciences*
- *To know how to use statistical techniques for typical data concerning the number and amount of claims*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 Soma de variáveis aleatórias independentes

1.1 Alguns resultados

1.2 Convoluções

2 Criação de novas distribuições

2.1 Multiplicação por constante

2.2 Potenciação

2.3 Mistura de distribuições

2.4 Splicing

3 Famílias de distribuições

3.1 Famílias paramétricas

3.2 Distribuições limite

3.3 Relacionamento entre distribuições

3.4 A família exponencial

4 Caudas de distribuições

4.1 Classificação

4.2 Distribuição de equilíbrio

4.3 Comportamento da cauda

- 5 *Distribuições de valores extremos*
- 5.1 *Distribuição do máximo*
- 5.2 *O domínio máximo de atração*
- 5.3 *Distribuição de Pareto Generalizada*
- 5.4 *Distribuições limite dos excessos*
- 6 *Estimação*
- 6.1 *Estimador Kaplan-Meier*
- 6.2 *Estimador Nelson-Aalen*
- 6.3 *Modelos de densidade Kernel*
- 6.4 *Estimação para dados completos*
- 6.5 *Estimação para dados modificados*
- 6.6 *Estimação para dados truncados*

3.3.5. Syllabus:

- 1 *Sum of independent random variables*
- 1.1 *Some results*
- 1.2 *Convolutions*
- 2 *Creating new distributions*
- 2.1 *Multiplication by a constant*
- 2.2 *Raising to a power and exponentiation*
- 2.3 *Mixing*
- 2.4 *Splicing*
- 3 *Distribution families*
- 3.1 *Parametric families*
- 3.2 *Limiting distributions*
- 3.3 *Relationships between distributions*
- 3.4 *Exponential family*
- 4 *Tails of distributions*
- 4.1 *Classification*
- 4.2 *Equilibrium distribution*
- 4.3 *Tail behavior*
- 5 *Extreme value distributions*
- 5.1 *Distribution of the maximum*
- 5.2 *Maximum domain of attraction*
- 5.3 *Generalized Pareto distribution*
- 5.4 *Limiting distributions of excesses*
- 6 *Estimation*
- 6.1 *Kaplan-Meier estimator*
- 6.2 *Nelson-Aalen estimator*
- 6.3 *Kernel density models*
- 6.4 *Estimation to complete data*
- 6.5 *Estimation to modified data*
- 6.6 *Estimation to truncated data*

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

São estudadas funções de distribuição, habitualmente utilizadas em atuariado no que diz respeito às perdas em que uma seguradora incorre, ao nível do comportamento da cauda, da criação de novas distribuições e das suas características gerais que permitem estabelecer o relacionamento existente entre elas. Este estudo é complementado com noções básicas da teoria de valores extremos com aplicação em atuariado. O propósito dos pontos anteriores é a sua utilização na análise de dados, que as seguradoras dispõem, para a estimação de parâmetros e poder prever as perdas associadas a vários tipos de seguros.

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

Several distribution functions are studied, usually used in actuarial context concerning the losses in which an insurer incurs, in terms of tail behavior, the creation of new distributions and their general characteristics that allow to establish relationships between them. This study is complemented with basic notions of the theory of extreme values with application in actuarial sciences. The purpose of the previous points is its use in the data analysis, which insurers have, in order to estimate parameters and to be able to predict the losses associated with various types of insurance products.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas explicar-se-ão e discutir-se-ão os sucessivos tópicos do programa da Unidade Curricular. Os temas são introduzidos pelo docente, consolidados recorrendo sempre que possível a exemplos reais retirados da indústria seguradora, seguindo-se uma breve discussão e utilização de meios computacionais de apoio à resolução de problemas.

A avaliação consiste em três componentes, de acordo com as regras da FCT NOVA: dois testes que versam os conhecimentos teóricos e um trabalho prático. A classificação final é a média aritmética das notas de cada uma das componentes, ou no caso de não aprovação na época normal será a nota no exame de recurso.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the theoretical and practical lectures, it will be explained and discussed the successive topics of the course program. The topics are introduced by the teacher, consolidated using as much as possible with real examples drawn from the insurance industry, followed by a brief discussion and use of computational means to support problem solving.

The evaluation consists of three components, according to the FCT NOVA rules: two midterm tests concerning the theoretical knowledge and an assignment. The final classification is the average of the grades in each component, or in the case of fail, it will be the grade of the final exam.

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

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de estatística habitualmente aplicados na atividade seguradora, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas complexos, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas práticos na sua futura atividade profissional.

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

The presentation of the subjects in the lectures allows the student to understand the concepts of statistics usually applied in the insurance activity, as well as the practical use of the concepts acquired. The application of the theoretical concepts in the resolution of exercises, allows students to develop capacities to conceptualize and solve complex problems, resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional activity.

3.3.9. Bibliografia principal:

- Bowers, Newton, Gerber, Hickman, Jones and Nesbitt. (1997) *Actuarial Mathematics (second edition)*. Itasca, Illinois: The Society of Actuaries.
- Dickson, D.C.M., Hardy, M.R. and Waters, H.R.. *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks*. Cambridge University Press, 2013.
- Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J. & Denuit, M. (2008) *Modern Actuarial Risk Theory - using R (second edition)*, Springer.
- Klugman, S. A., Panjer, H. H. and Willmot, G. E. (2012) *Loss Models: From Data To Decisions (fourth edition)*, Wiley.

Mapa IV - Matemática Financeira / Financial Mathematics

3.3.1. Unidade curricular:

Matemática Financeira / Financial Mathematics

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

Marta Cristina Vieira Faias Mateus – TP: 28h

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

Pedro José dos Santos Palhinhas Mota – TP: 28h

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

Esta unidade curricular tem como principal objetivo que os alunos adquiram conhecimentos sobre os fundamentos dos modelos matemáticos para os mercados financeiros e para uma variedade alargada de produtos financeiros derivados. Pretende-se que os alunos compreendam as dinâmicas dos preços dos ativos financeiros e que sejam capazes de dar resposta a problemas de apreçamento de produtos derivados, de escolha ótima de estratégias de investimento e delineamento de estratégias de cobertura de risco.

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

This curricular unit has as its main objective that students acquire knowledge about the fundamentals of mathematical models for the financial markets and for a wide variety of derivative financial products. It is intended that students understand the dynamics of the prices of financial assets and to be able to respond to problems of derivatives pricing, optimal portfolio choices and hedging.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelos discretos para mercados financeiros
 - 1.1. Modelo Binomial
 - 1.2. Mercados completos e arbitragem
 - 1.3. Produtos derivados
 - 1.4. Cobertura
 - 1.5. Dividendos
 - 1.6. Modelos estocásticos de obrigações e taxas de juro
 - 1.7. Aplicações
2. Gestão de carteiras
 - 2.1. Escolha do portfolio ótimo

- 2.2. Modelo de fatores
- 2.3 Modelo de equilíbrio de activos financeiros --- CAPM
- 2.4. Modelo de arbitragem --- APT
- 2.5. Aplicações

3.3.5. Syllabus:

- 1. Discrete models for financial markets
 - 1.1. Binomial Model
 - 1.2. Complete Markets and Arbitrage
 - 1.3. Derivatives
 - 1.4. Hedging
 - 1.5. Dividends
 - 1.6. Stochastic models of bonds and interest rates
 - 1.7. Applications
- 2. Portfolio management
 - 2.1. Optimal portfolio choice
 - 2.2. Multi-factor models
 - 2.3 Capital Asset Pricing Model --- CAPM
 - 2.4. Arbitrage Models -- APT
 - 2.5. Applications

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

O modelo binomial, pela sua simplicidade, permite aos alunos o contacto com algumas noções fundamentais no âmbito da matemática financeira. Desde logo, o estudo da noção de arbitragem e em que condições um mercado é livre de arbitragem, torna possível fazer uma introdução aos produtos derivados e estudar os problemas de apreçamento e cobertura de risco dos mesmos. O estudo de modelos estocásticos discretos de taxas de juro e obrigações permite completar o desenvolvimento das competências necessárias à concretização dos objetivos de aprendizagem relativamente aos modelos discretos. Nos modelos de gestão de carteira introduzem-se os fundamentos matemáticos subjacentes à escolha eficiente de investimentos financeiros.

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

The binomial model, for its simplicity, allows the students the contact with some fundamental notions in the scope of financial mathematics. Firstly, the study of the notion of arbitrage and under what conditions a market is arbitrage-free, makes it possible to introduce derivative products and to study the problems of pricing and hedging. The study of discrete stochastic models for interest rates and bonds allows to complete the development of the competences necessary to achieve the learning objectives in relation to discrete models. The management portfolio models introduce the mathematical fundamentals underlying the efficient choices of investors.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas da unidade curricular são de natureza teórico-prática. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos. Recorre-se em seguida à resolução de exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados. A avaliação contínua é composta por três momentos de avaliação (testes e/ou trabalhos), havendo a possibilidade de aprovação à disciplina por exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The content of the course is taught in theoretical-practical classes, during which interaction with students is stimulated. Problem sets with practical exercises to support understanding of the material covered in the theoretical classes are solved, to illustrate the theory. The evaluation is made up of three moments (tests and/or written reports), with the possibility of a final Test.

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

A metodologia baseada em aulas teórico-práticas, onde o docente expõe a matéria teórica seguida pela discussão e resolução de exercícios, tem-se mostrado adequada à concretização dos objetivos de aprendizagem na área da matemática. Esta metodologia, aliada a uma avaliação contínua como a proposta tem-se mostrado eficaz em termos de aprovação de alunos.

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

The methodology based on theoretical-practical classes, where the teacher exposes the theoretical subject followed by the discussion and resolution of exercises, has been shown to be adequate to the achievement of learning objectives in the area of mathematics. This methodology, coupled with a continuous assessment such as the proposal, has proven effective in terms of student approval.

3.3.9. Bibliografia principal:

- Benninga, S., *Financial Modeling*, MIT Press 2008.
- Bingham, N. H.; Kiesel, R., *Risk-Neutral Valuation – Pricing and Hedging of Financial Derivatives*, Springer, 2004.
- Bodie, Z., Kane, A. and Marcus, A., *Essentials of Investments*, McGraw-Hill, 2008.
- Hull, J., *Options Futures and Other Derivatives*, Prentice Hall, 2005.
- Lamberton, D., and Lapeyre, B., *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance. Second Edition*, Chapman &

Hall CRC, 2008.

• *Pires, C.P., Mercados e Investimentos Financeiros, Escolar Editora, 3ª edição, 2011.*

Mapa IV - Modelos Multivariados/ Multivariate Models

3.3.1. Unidade curricular:

Modelos Multivariados/ Multivariate Models

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

Filipe José Gonçalves Pereira Marques – TP:28h

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

Frederico Almeida Gião Gonçalves Caeiro – TP:28h

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

Adquirir conhecimentos elementares em Estatística Multivariada, nomeadamente sobre as distribuições multivariada Normal e Wishart, inferência sobre vetores de médias, regressão multivariada, análise canónica e introdução às copulas.

Utilizar adequadamente os conceitos e técnicas apreendidos, juntamente com o software R, na resolução dos mais diversos problemas da vida real.

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

Acquire basic knowledge in multivariate statistics, particularly about the multivariate Normal and Wishart distributions, inference about mean vectors, multivariate regression, canonical analysis and introduction to copulas.

Use the concepts and techniques properly apprehended, along with the R software, in solving most diverse problems of real life.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 - Breves revisões e noções básicas de Álgebra Linear

2 - A distribuição Normal Multivariada. Estimadores de máxima verosimilhança e suas distribuições. A distribuição Wishart

3 - Inferência sobre vetores de médias

3.1 - Testes com base numa amostra

3.2 - Testes com base em duas amostras, amostras emparelhadas e amostras independentes

3.3 - Testes com base em várias amostras

4 - Regressão Multivariada e Análise Canónica

5 - Introdução a Copulas

5.1 - Definição

5.2 - Dependência, concordância, dependências inferior e superior de caudas

5.3 - A copula Gaussiana

5.4 - A família Archimedean de copulas

3.3.5. Syllabus:

1 - Brief reviews and basics of Linear Algebra

2 - The Multivariate Normal distribution. Maximum likelihood estimators and their distributions. The Wishart distribution

3 - Inference on vectors of averages

3.1 - Tests based on a sample

3.2 - Tests based on two samples, paired samples and independent samples

3.3 - Tests based on multiple samples

4 - Multivariate Regression and Canonical Analysis

5 - Introduction to Copulas

5.1 - Definition

5.2 - Dependence, Concordance, Upper and Lower tail dependencies

5.3 - The Gaussian Copula

5.4 - The Archimedean family of copulas

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

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão alargada dos modelos multivariados mais usuais, fornecendo competências teóricas e práticas que lhes permitirão modelar diversos tipos de fenómenos.

Nos capítulos de 1 a 5 são explorados os seguintes temas: distribuições multivariada Normal e Wishart, inferência sobre vetores de médias, regressão multivariada, análise canónica e introdução às cópulas.

Nos materiais de apoio serão disponibilizados slides de apoio a cada capítulo, exercícios com e sem resolução e ficheiros com dados que servem de base para a resolução de diversos problemas de natureza prática.

Durante as aulas serão fornecidas as indicações necessárias para a utilização do software R, no que se refere aos packages essenciais para a resolução dos problemas propostos.

Muitos dos exercícios são baseados em problemas da vida real.

Os objetivos enunciados são assim abrangidos.

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

The curricular content of the Course provides students with a broad view of the most common multivariate models, providing theoretical and practical skills that will allow them to model different types of phenomena.

In chapters 1 to 5 the following topics are explored: Normal and Wishart multivariate distributions, inference on vectors of means, multivariate regression, canonical analysis and introduction to copulas.

In the support materials will be available slides to support each chapter, exercises with and without resolution and data files that serve as the basis for solving various practical problems.

During the lessons, the necessary information will be provided for the use of the R software for the packages essential for solving the problems proposed.

Many of the exercises are based on real-life problems.

The stated objectives are thus covered.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O objetivo principal da Unidade Curricular é dotar os alunos de ferramentas adequadas à modelação de problemas passíveis de serem estudados e modelados através de modelos multivariados.

Numa primeira fase, serão transmitidos os conteúdos essenciais de Estatística Multivariada, passando-se, numa segunda fase, à Inferência sobre vetores de médias baseados numa ou em mais amostras.

Serão abordados, de um ponto de vista teórico e prático, as temáticas da Regressão Multivariada, Análise Canónica e Introdução às cópulas.

Será efetuada uma articulação entre os resultados teóricos e algumas aplicações práticas a situações concretas e reais, sempre que possível.

As aulas decorrerão em regime de exposição de conteúdos, demonstração de resultados e resolução de pequenos exemplos. Será privilegiada a utilização de meios computacionais que permitam a resolução de problemas mais complexos.

A avaliação será efetuada através de avaliação escrita e trabalho prático computacional.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The main objective of the Curricular Unit is to provide the students with tools suitable for modeling problems that can be studied and modeled using multivariate models.

In a first phase, the essential contents of Multivariate Statistics will be transmitted, passing, in a second phase, to the Inference on vectors of averages based on one or more samples.

The topics of Multivariate Regression, Canonical Analysis and Introduction to Copulas will be approached from a theoretical and practical point of view.

There will be an articulation between theoretical results and some practical applications to concrete and real situations, whenever possible.

The lectures will be based on content exposition, demonstration of results and resolution of small examples. In the practical part will be preferred the use of computational means that allow the resolution of more complex problems.

The evaluation will be done through written evaluation and practical computational work.

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

Pretende-se que os alunos adquiram competências teóricas e práticas que permitam entender e analisar os tipos de fenómenos modelados através de modelos multivariados. Pretende-se, ainda, que os alunos adquiram os conhecimentos necessários a um aprofundamento posterior do conhecimento nesta área.

Neste sentido, a exposição detalhada dos conteúdos teóricos e demonstração dos resultados principais dotarão os alunos das competências necessárias, não só à resolução de problemas práticos, mas também ao aprofundamento destas matérias, em situações futuras.

Por outro lado, a resolução computacional de problemas práticos fornece aos alunos capacidades importantes para resolução de problemas reais e concretos bem como de capacidades de análise crítica aos resultados obtidos.

A resolução prática computacional fornece ainda aos alunos capacidades extra de programação na linguagem a utilizar.

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

It is intended that students acquire theoretical and practical skills that allow them to understand and analyze the types of phenomena modeled through multivariate models. It is also intended that students acquire the necessary knowledge to further deepen knowledge in this area.

In this sense, the detailed presentation of theoretical contents and demonstration of the main results will give students the necessary skills, not only to solve practical problems, but also to deepen these subjects in future situations.

On the other hand, the computational resolution of practical problems provides students with important skills for solving real and concrete problems as well as analytical skills for the results obtained.

The practical computational resolution also provides students with extra programming skills in the language to use

3.3.9. Bibliografia principal:

Johnson, R. and Wichern, D. W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Flury, B. (1997), A First Course in Multivariate Statistics, Springer. New York

Morrison, D. F. (2004), Multivariate Statistical Methods, 4th Edition, Duxbury Press

Rencher, A. C. (1998), Multivariate Statistical Inference and Applications, John Wiley & Sons

Rencher, A. C. (2002), Methods of Multivariate Analysis, John Wiley & Sons

Mapa IV - Processos Estocásticos e Aplicações / Stochastic Processes and Applications

3.3.1. Unidade curricular:

Processos Estocásticos e Aplicações / Stochastic Processes and Applications

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível – TP:28h

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

Gracinda Rita Diogo Guerreiro – TP:28h

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

Esta UC fundamenta o conhecimento na área dos fenómenos estocásticos. São estudados alguns exemplos fundamentais dos processos estocásticos em tempo discreto, suas propriedades e exemplos de aplicações.

No final da UC o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Reconhecer e utilizar as principais propriedades de processos estocásticos em tempo discreto.
- Saber decidir face a uma situação real qual o melhor modelo de processo estocástico a utilizar.
- Identificar os fenómenos passíveis de modelação através de Processos de Poisson, utilizar as suas propriedades, dando especial relevo a aplicações reais.
- Identificar uma cadeia de Markov e utilizar as propriedades deste tipo de processos para análise de um modelo concreto. Efetuar aplicações a problemas reais.
- Identificar uma martingala e utilizar as propriedades deste tipo de processos no estudo do seu comportamento, em particular, na determinação do eventual comportamento assintótico.

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

This course intends to give appropriate knowledge foundations for the study of the evolution of random phenomena.

At the end of this course, the student will obtain knowledge, skills and competences that allow him to:

- Recognize and use the main properties of chosen examples of time discrete stochastic processes with special emphasis on applications;
- To be able to decide which is the more appropriate model of a stochastic process to use when faced with a realistic situation.
- Identify the phenomena adequate to be modeled by Poisson Processes and make use of the properties, giving special emphasis to real applications.
- To identify a Markov chain and use the characteristic properties of this type of processes for the analysis of a concrete model. Perform applications to real and concrete problems.
- To identify a martingale and use the characteristic properties of this type of processes in the study of its behavior, in particular, in the determination of a possible asymptotic behavior.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Noções Gerais de Processos Estocásticos

1.1Definições

1.2Processos Estacionários e Processos Evolutivos

1.3Processos de Incrementos Independentes e Estacionários

1.4Processos de Poisson

1.5Processos de Markov

2.Processos de Contagem

2.1Definição

2.2Axiomática do Processo de Poisson Homogéneo

2.3Processos derivados do Processo de Poisson

- 2.3.1 Processo de Poisson Não Homogéneo
- 2.3.2 Processo de Poisson Generalizado
- 2.3.3 Processo de Poisson Composto
- 2.4 Tempos entre Chegadas e Tempos de Espera
- 3. Cadeias de Markov a Tempo Discreto
- 3.1 Definições
- 3.2 Probabilidades de Transição e Equação de Chapman-Kolmogorov
- 3.3 Classificação dos Estados e Decomposição da Cadeia
- 3.4 Tempos de Ocupação e 1ª Passagem
- 3.5 Distribuição Estacionária
- 3.6 Teoremas Limite
- 4. Martingalas a Tempo Discreto
- 4.1 Definições
- 4.1.1 Filtração
- 4.1.2 Martingala
- 4.2 Martingalas
- 4.2.1 Martingala a Tempo Discreto
- 4.2.2 Incrementos de Martingala
- 4.2.3 Supermartingala e Submartingala
- 4.3 Tempo de Paragem
- 4.4 Convergência em Martingalas

3.3.5. Syllabus:

- 1. General notions of Stochastic Processes
- 1.1 Definitions
- 1.2 Stationary Processes and Evolutionary Processes
- 1.3 Processes of Independent and Stationary Increments
- 1.4 Poisson processes
- 1.5 Markov Processes
- 2. Counting Processes
- 2.1 Definition
- 2.2 Axiomatic of the Homogeneous Poisson Process
- 2.3 Processes derived from the Poisson process
- 2.3.1 Non Homogeneous Poisson Process
- 2.3.2 Generalized Poisson Process
- 2.3.3 Composite Poisson Process
- 2.4 Time Between Arrivals and Waiting Times
- 3. Discrete Time Markov Chains
- 3.1 Definitions
- 3.2 Transition Probabilities and Chapman-Kolmogorov Equation
- 3.3 Classification of States and Chain Decomposition
- 3.4 Time of Occupation and 1st Passage
- 3.5 Stationary Distribution
- 3.6 Limit Theorems
- 4. Discrete Time Martingales
- 4.1 Definitions
- 4.1.1 Filtration
- 4.1.2 Martingala
- 4.2 Martingales
- 4.2.1 Discrete Time Martingales
- 4.2.2 Increments of Martingala
- 4.2.3 Supermartingale and Submartingale
- 4.3 Stopping Time
- 4.4 Convergence in Martingales

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

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão integrada dos processos estocásticos mais usuais, fornecendo ainda competências e conhecimentos que os dotam de capacidade de adaptação e estudo de outros tipos de fenómenos.

Os processos estocásticos estudados em maior detalhe (pontos 2, 3 e 4 dos conteúdos programáticos) permitirão aos alunos a modelação de um vasto leque de fenómenos de aplicação prática em diversas áreas da matemática aplicada, tais como problemas reais de natureza atuarial e financeira e de investigação operacional.

A articulação entre conteúdos teóricos e práticos permite aos alunos adquirir uma visão abrangente dos fenómenos estudados bem como os dotará de capacidades para resolução de problemas práticos complexos.

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

The syllabus content of the Course provides students with an integrated view of the most common stochastic processes, providing them with skills and knowledge that enable them to adapt and study other types of phenomena.

The stochastic processes studied in more detail (points 2, 3 and 4 of the programmatic contents) will enable students

to model a wide range of practical application phenomena in several areas of applied mathematics, such as real actuarial and financial problems and operational investigation.

The articulation between theoretical and practical contents allows the students to acquire a comprehensive view of the studied phenomena as well as equip them with the capacity to solve complex practical problems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O objetivo principal da Unidade Curricular é dotar os alunos de ferramentas adequadas à modelação de fenómenos estocásticos.

Numa primeira fase, serão transmitidos os conteúdos essenciais de Processos Estocásticos, passando-se, numa segunda fase, à pormenorização de casos particulares tais como Processos de Poisson, Cadeias de Markov e Martingalas.

Será efetuada uma articulação entre a teoria destes processos e aplicações práticas a situações concretas e reais, sempre que possível.

As aulas decorrerão em regime de exposição de conteúdos, demonstração de resultados e resolução de pequenos exemplos, sendo também privilegiada a utilização de meios computacionais que permitam a resolução de problemas mais complexos.

A avaliação será efetuada através de avaliação escrita e trabalho prático computacional.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The main goal of the Curricular Unit is to provide students with tools to model stochastic phenomena.

It is intended that students acquire theoretical and practical skills that allow them to understand and analyze this type of phenomena. It is also intended that students acquire the necessary knowledge to further deepen knowledge in this area.

In a first phase, the essential contents of Stochastic Processes will be transmitted, in a second phase to the detailing of particular cases such as Poisson Processes and Markov Chains.

There will be an articulation between the theory of the processes and practical applications to concrete and real situations, whenever possible.

Theoretical results will be based on content exposition, demonstration of results and resolution of small examples. On the practical it will be preferred the use of computational means that allow the resolution of more complex problems. The evaluation will be done through written evaluation and practical computational work.

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

Pretende-se que os alunos adquiram competências teóricas e práticas que permitam entender e analisar os tipos de fenómenos modelados através de processos estocásticos. Pretende-se, ainda, que os alunos adquiram os conhecimentos necessários a um aprofundamento posterior do conhecimento nesta área.

Neste sentido, a exposição detalhada dos conteúdos teóricos e demonstração dos resultados principais dotarão os alunos das competências necessárias, não só à resolução de problemas práticos, mas também ao aprofundamento destas matérias, em situações futuras.

Por outro lado, a resolução computacional de problemas práticos fornece aos alunos capacidades importantes para resolução de problemas reais e concretos bem como de capacidades de análise crítica aos resultados obtidos.

A resolução prática computacional fornece ainda aos alunos capacidades extra de programação na linguagem a utilizar.

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

It is intended that students acquire theoretical and practical skills that allow them to understand and analyze the types of phenomena modeled through stochastic processes. It is also intended that students acquire the necessary knowledge to further deepen knowledge in this area.

In this sense, the detailed presentation of theoretical contents and demonstration of the main results will give students the necessary skills, not only to solve practical problems, but also to deepen these subjects in future situations.

On the other hand, the computational resolution of practical problems provides students with important skills for solving real and concrete problems as well as analytical skills for the results obtained.

The practical computational resolution also provides students with extra programming skills in the language to use.

3.3.9. Bibliografia principal:

Hastings, K. (2010), Introduction to Probability with Mathematica, Second Edition, CRC Press, Chapman & Hall

Jones, P.; Smith, P. (2010), Stochastic Processes - An Introduction, Second Edition, CRC Press, Chapman & Hall

Muller, D. (2007), Processos Estocásticos e Aplicações, Edições Almedina

Norris, J.R. (1997), Markov Chains, Cambridge University Press

Parzen, E. (1965), Stochastic Processes, Holden Day

Rohatgi, V.K., Saleh, A.K. (2001), An Introduction to Probability and Statistics, 2nd Ed, Wiley Series in Probability and Statistics

Ross, S. M. (1996), Stochastic Processes, 2nd Ed., Wiley & Sons

Williams, D. (1991), Probability with Martingales, Cambridge University Press

Mapa IV - Sistemas de Informação e Estatística / Statistics and Information Systems

3.3.1. Unidade curricular:

Sistemas de Informação e Estatística / Statistics and Information Systems

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

Pedro Alexandre da Rosa Corte Real – TP:42h

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

<sem resposta>

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

Permitir que os alunos apliquem métodos de estatística e ciências da computação em situações de interesse prático, isto é, com a dados do mundo real para responder questões de interesse económico e comercial evidente, entre outras, em particular com a aplicação a problemas envolvendo interesses seguráveis, de longo e curto prazo, segurança social, planos de pensões, cuidados de saúde e problemas financeiros.

Serão privilegiados problemas práticos correspondentes a situações reais.

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

To enable students to apply methods from statistics and computer science to real-world data sets in order to answer business and other questions, in particular with application to questions in long and short term insurance, social security, retirement benefits, healthcare and investment.

Practical problems corresponding to real situations will be privileged.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 Dados como Recurso para Resolução de Problemas

1.1 Descrever os possíveis objetivos de uma análise de dados (por exemplo, descritivo, inferencial, preditivo)

1.2 Descrever as etapas da realização de uma análise de dados para resolver problemas práticos de forma científica justificando as ferramentas adequadas

2 Análise de dados

2.1 Descreva o objetivo da análise exploratória de dados

2.2 Usar bibliotecas computacionais para ajustar vários tipos de modelos estatísticos

3 Aprendizagem Estatística

3.1 Explicar o significado dos termos aprendizagem estatística e aprendizagem de máquinas e a diferença entre aprendizagem supervisionada e aprendizagem não supervisionada

4 Problemas Profissionais e de Gestão de Riscos

4.1 Explicar as questões éticas e regulamentares envolvidas no trabalho com dados pessoais e sensíveis e conjuntos de dados de grande volumetria

5 Visualização de Dados e Relatórios (“Reporting”)

5.1 Criar gráficos apropriados para comunicar as principais conclusões de uma análise.

3.3.5. Syllabus:

1 Data as a Resource For Problem Solving

1.1 Describe the possible aims of a data analysis (e.g. descriptive, inferential, predictive).

1.2 Describe the stages of conducting a data analysis to solve real-world problems in a scientific manner and describe tools suitable for each stage.

2 Data Analysis

2.1 Describe the purpose of exploratory data analysis.

2.2 Use a computer package to fit a generalized several statistical models..

3 Statistical Learning

3.1 Explain the meaning of the terms statistical learning and machine learning and the difference between supervised learning and unsupervised learning.

4 Professional And Risk Management Issues

4.1 Explain the ethical and regulatory issues involved in working with personal data and extremely large data sets.

5 Visualizing Data and Reporting

5.1 Create appropriate data visualizations to communicate the key conclusions of an analysis.

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

O conteúdo programático da Unidade Curricular permite aos alunos perceber a importância e contactar com métodos básicos de manipulação de bases de dados estruturadas com grande volumetria.

Permite ainda aos alunos tomarem conhecimento com técnicas elementares e manipulação de grandes bases de dados e ainda desenvolver, de modo expedito e sem custos, processos exploratórios essenciais a qualquer análise de dados com objetivos práticos bem identificados.

Esta análise exploratória, passa por aplicar bibliotecas computacionais ("packages") que possam, de uma forma quase imediata, ajudar a organizar, visualizar e fazer algumas análises elementares às bases de dados com um esforço de desenvolvimento mínimo.

Obriga os alunos a desenvolver espírito crítico para os resultados produzidos pelas várias bibliotecas computacionais e a comparar resultados contraditórios, preparando relatórios que permitam melhor compreender estruturas de dados compiladas para a produção de resultados práticos.

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

The syllabus allows students to understand the importance and contact with basic methods of manipulation of databases structured with great volumetry.

It also allows students to become acquainted with elementary techniques and manipulation of large databases and also to develop, in an expeditious and almost cost free, exploratory processes essential to any data analysis with well-identified practical objectives.

This exploratory analysis consists of applying computer libraries ("packages") that can, almost immediately, help to organize, visualize and do some elementary analyzes of the databases with a minimal development effort.

It compels students to develop a critical spirit for the results produced by the various computational libraries and to compare contradictory results by preparing reports that allow better understanding of compiled data structures for the production of practical results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O objetivo principal da Unidade Curricular é dotar os alunos de competências computacionais adequadas ao tratamento estatístico de grandes conjuntos de dados.

As metodologias de ensino serão essencialmente de natureza prática, em laboratórios computacionais, depois de introduzidos os conceitos elementares do software adotado.

A avaliação consiste em trabalhos práticos de análises estatísticas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The main objective of the Curricular Unit is to provide students with computational skills suitable for the statistical treatment of large data sets.

The teaching methodologies will be essentially of a practical nature, in computer labs, after introducing the elementary concepts of adopted software.

The evaluation will consist of practical works on statistical analysis.

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

Pretende-se que os alunos adquiram competências computacionais de análise estatística através de um software adequado.

A resolução computacional de problemas práticos fornece aos alunos capacidades importantes para resolução de problemas reais e concretos bem como de capacidades de análise crítica aos resultados obtidos.

A resolução prática computacional fornece ainda aos alunos capacidades extra de programação ou adaptação das linguagem e bibliotecas a utilizar.

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

It is intended that students acquire computational skills of statistical analysis through appropriate software.

The computational resolution of practical problems provides students with important skills for solving real and concrete problems as well as analytical skills for the results obtained.

The practical computational resolution also provides students with extra programming skills in the language to use and packages selected.

3.3.9. Bibliografia principal:

Johnson, R. and Wichern, D. W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Hastie, Trevor, Tibshirani, Robert, Friedman, Jerome (2009). The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition. Springer-Verlag, New York

Bishop, Christopher (2006). Pattern Recognition and Machine Learning, Springer-Verlag, New York

Dalgaard, P. (2008), Introductory Statistics with R, Springer-Verlag, New York

Spector, P. (2008), Data manipulation with R, Springer-Verlag, New York

Mapa IV - Técnicas de Simulação em Gestão do Risco/ Simulation Techniques in Risk Management

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas de Simulação em Gestão do Risco/ Simulation Techniques in Risk Management

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

Ruy Araújo da Costa – TP:28h

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

Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins - TP:28h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

Apreender conceitos introdutórios relacionados com simulação;

Compreender a diferença entre simulação em tempo discreto e em tempo contínuo;

Compreender quais os métodos de geração de números pseudo-aleatório NPA que pode usar, bem como as vantagens e desvantagens de cada um;

Utilizar ou o módulo de Visual Basic do Excel ou o R Cran para resolver case studies;

Construir módulos de simulação para planear experiências e realizar a respetiva análise estatística de resultados;

Resolver por simulação vários case studies em gestão do risco.

A frequência desta Unidade Curricular fornecerá, ainda, conhecimentos necessários ao aprofundamento dos estudos em outras áreas da matemática.

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

At the end of this course the student will have acquired the knowledge, skills and competences that will allow them to:

Learn introductory concepts related to simulation;

Understand the difference between discrete-time and continuous-time simulation;

Understand what PRN pseudo random number generation methods can be used, as well as the advantages and disadvantages of each;

Use either the Excel Visual Basic module or the R Cran to solve case studies;

Build simulation modules to plan experiments and perform their statistical analysis of results;

Solve multiple simulation case studies in risk management.

This course will also provide the foundations to develop expertise in the areas of Actuarial Studies and Finance.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução

Terminologia e conceitos básicos

Simulação em Tempo Discreto vs em Tempo contínuo

2 - Métodos de Geração de NPA

Qualidades desejáveis nos NPA: Testes de aleatoriedade; avaliação da independência entre NPA consecutivos

O método de inversão

O método de rejeição

Simulação de Monte Carlo

Método de Bootstrap

3 - Utilização do módulo de Visual Basic do Excel/ R para simulação.

4 - Planeamento de experiências e análise estatística de resultados:

Condições iniciais

Número de simulações; Critério de Paragem

Calibração do modelo

Testes estatísticos de ajustamento

Validação dos resultados

5- Aplicações em gestão de risco

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction*Terminology and basic concepts**Simulation in Discrete Time vs. Continuous Time***2 - PRN Generation Methods***Desirable qualities in the PRN: randomness tests; assessment of the independence between consecutive PRN**The inversion method**The rejection method**Monte Carlo Simulation**Bootstrap method***3 - Using the Excel Visual Basic module or R Cran for simulation.****4 - Planning of experiments and statistical analysis of results:***Initial conditions**Number of simulations;**Stop Criterion Calibration of the model Statistical adjustment tests**Validation of results***5- Applications in risk management****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão integrada dos processos de simulação. A UC inicia-se com a apresentação de conceitos introdutórios e noções base para a progressão dos estudos. De seguida introduzem-se os métodos de geração de NPA. Seguem-se aplicações dos conceitos anteriores em casos de estudo no âmbito de gestão do risco utilizando software adequado tendo em atenção todo o processo desde o planeamento de experiências até à validação dos resultados.

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

The syllabus content of the Course provides students with an integrated view of simulation. The unit begin with the presentation of introductory concepts and basic notions useful for the progression of the studies. Next, the pseudo-random generation methods are introduced. The following are applications of previous concepts in case of risk management studies using appropriate software, taking in consideration the whole process from the planning of experiments to the validation of the results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O docente expõe a matéria recorrendo a slides e privilegiando a troca de ideias para chegar ao objetivo de cada aula. Os alunos realizam trabalhos práticos de aplicação dos conceitos adquiridos nas aulas ao longo do semestre. Sempre que possível a matéria é ilustrada com exemplos reais. As aulas decorrem em laboratório para ser possível aceder a conteúdos na internet e resolução de exercícios recorrendo a Excel ou R.

A frequência à UC é obrigatória. A avaliação de conhecimentos é constituída por 3 elementos de avaliação: dois Testes de 90 minutos cada e a realização de um trabalho prático.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teacher presents the themes using slides and privileging the exchange of ideas to reach the goal of each lesson. Students perform practical application of the concepts acquired in class throughout the semester. Whenever possible the matter is illustrated with real examples from insurance and Social Security. Classes take place in the laboratory to be possible to access content on the internet and solving using Excel.

Attendance at the course is mandatory. The assessment of the course has three evaluation elements: two tests, of 90 minutes each and an assignment.

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

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de simulação, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios e nos casos de estudo práticos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas complexos, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas práticos na sua futura atividade profissional.

As aulas decorrem em laboratório computacional o que é fundamental para assegurar um contexto de permanente aplicação. De início são introduzidos alguns aspetos básicos de Simulação, nomeadamente as técnicas de geração de números pseudo-aleatórios, utilizando-se o Excel ou R. Aspetos ligados à influência de condições iniciais, duração da Simulação vs precisão dos resultados e tratamento de resultados são abordados de seguida. A introdução à utilização do módulo de Visual Basic do Excel ou R Cran para Simulação é feito posteriormente. Em algumas aulas os estudantes têm de desenvolver pequenos projetos de Simulação. A utilização de aulas em laboratório computacional, a realização dos 2 Testes do trabalho prático e dos projetos de Simulação garantem uma aprendizagem adequada.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand simulation concepts as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, practical assignments and case studies, allow the students to develop skills in conceptualizing and solving complex problems resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional activity.

The classes take place in a computer lab, which is fundamental to ensure a context of permanent application. Firstly, some basic aspects of simulation are introduced, namely pseudorandom number generation techniques, using Excel or R. Aspects related to the influence of initial conditions, Simulation duration vs accuracy of results and treatment of results are addressed after. Next, we introduce Excel Visual Basic module or R Cran for Simulation. In some classes students must develop small Simulation projects. The use of the computer lab, the the 2 tests, the practical assignment and the Simulation projects guarantee an adequate learning progress.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Law, A. M. e Kelton, W. D., Simulation modeling and Analysis, McGraw-Hill International Editions, 2007.
Kelton, W.D., Sadowski, R.P. e Swets, N.B., Simulation with ARENA (5ª ed.), McGraw-Hill International Editions, 2009.
Banks, J. et al., Handbook of Simulation, John Wiley & Sons, 1998.
Korn, R., Korn, E., Kroisandt, G. Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance CRC Press, CRC Financial Mathematics Series. 2010
Banks, J. et al., Discrete-Event System Simulation (3ª ed.), Prentice-Hall, 2001.
Klugman, Panjer and Willmot Loss Models: From Data to Decisions 4th Edition, John Wiley & Sons. 2012.
Chung, C.A., Simulation Modeling Handbook. A Practical Approach, CRC Press, 2004.
Pidd, M., Computer Simulation in Management Science, John Wiley & Sons, 1994.*

Mapa IV - Cálculo Financeiro/ Financial Calculus

3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo Financeiro/ Financial Calculus

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

Maria de Lourdes Belchior Afonso – TP:28h

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

Inês Jorge da Silva Sequeira – TP:28h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

*Apreender conceitos introdutórios relacionados com a Matemática das Finanças;
Compreender as noções de valor temporal do dinheiro, juro e taxa de juro;
Calcular o Valor Atual e o Valor Acumulado de capitais em instantes distintos no tempo;
Compreender a noção de Renda Certa financeira e aplicá-la em diversos cenários;
Construir e analisar um Empréstimo Clássico e Empréstimos por Obrigações;
Análise da viabilidade de um investimento financeiro através do VAL e da TIR;
Conhecer algumas medidas de risco de taxa de juro;
A frequência desta Unidade Curricular fornecerá, ainda, conhecimentos necessários ao aprofundamento dos estudos em áreas do Atuariado e Finanças.*

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

At the end of this course the student will have acquired the knowledge, skills and competences that will allow them to:

*Learn introductory concepts related to Mathematics of Finance;
Understand the concepts of time value of money, interest rates and interest rate;
Calculate Current Value and Value Accumulated capital in different moments in time;
Understand the concept of Financial Annuities and apply it in various scenarios;
Build and analyse Classic Loans and Bond Loans;
Analysis of the viability of an investment by the NPV and IRR;
Identify some Risk Measures of Interest Rate.*

This course will also provide the foundations to develop expertise in the areas of Actuarial Studies and Finance.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1 – Conceitos Básicos
2 – Regimes de Capitalização
3 – Equivalência de Capitais
4 – Rendas
5 – Reembolso de Empréstimos
6 – Empréstimos por Obrigações
7 – O Cálculo Financeiro e as Aplicações de Capital
8 – Medidas de Risco de Taxa de Juro*

3.3.5. Syllabus:

*1 – Basic concepts
2 - Capitalization Regimes
3 - Equity Capitals*

- 4 - Financial Annuities
- 5 - Reimbursement of Loans
- 6 - Bond Loans
- 7 - Calculus and Financial Applications Capital
- 8 - Risk Measures of Interest Rate

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

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão integrada do cálculo financeiro. A UC inicia-se com a apresentação de conceitos introdutórios e noções base para a progressão dos estudos. De seguida calcula-se o valor atual e capitalizado que permite a introdução da noção de renda certa financeira. Seguem-se aplicações dos conceitos anteriores nos empréstimos clássicos, nos empréstimos por obrigações, no valor atual líquido e taxa interna de rentabilidade. Termina-se com breves noções sobre algumas medidas de risco de taxa de juro.

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

The syllabus content of the Course provides students with an integrated view of financial mathematics. The unit begins with the presentation of introductory concepts and basic notions useful for the progression of the studies. Next, the present value and capitalized value allows the introduction of the notion of annuity. The following are applications of the previous concepts in classical loans, bond loans, net present value and internal rate of return. Brief notions about some measures of interest rate risk end the syllabus.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O docente expõe a matéria recorrendo a slides e privilegiando a troca de ideias para chegar ao objetivo de cada aula. Os alunos realizam trabalhos práticos de aplicação dos conceitos adquiridos nas aulas ao longo do semestre. Sempre que possível a matéria é ilustrada com exemplos reais da atividade financeira. As aulas decorrem em laboratório para ser possível aceder a conteúdos na internet e resolução de exercícios recorrendo a Excel. A frequência à UC é obrigatória. A avaliação de conhecimentos é constituída por 3 elementos de avaliação:

- 1 Minuteste, (90 min) ou um trabalho prático.
- 2 Testes, (90 min cada), a realizar durante o semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teacher presents the themes using slides and privileging the exchange of ideas to reach the goal of each lesson. Students perform practical application of the concepts acquired in class throughout the semester. Whenever possible the matter is illustrated with real examples from insurance and Social Security. Classes take place in the laboratory to be possible to access content on the internet and solving using Excel. Attendance at the course is mandatory. The assessment of the course has three evaluation elements:

- 1 Mini-Test (90 minutes) or an assignment.
- two tests, (90 minutes each), held during the semester.

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

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática financeira, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios e nos casos de estudo práticos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas complexos, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas práticos na sua futura atividade profissional.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand financial mathematics concepts as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, practical assignments and case studies, allow the students to develop skills in conceptualizing and solving complex problems resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional activity.

3.3.9. Bibliografia principal:

*MATIAS, R. (2007) Cálculo financeiro: teoria e prática; Escolar Editora.
Vaaler, L. and Daniel, J. (2002). Mathematical Interest Theory. Mathematical Association of America
Jorion, Philippe (2006) Value at Risk, 3rd Ed.: The New Benchmark for Managing Financial Risk; McGraw-Hill*

Mapa IV - Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program

3.3.1. Unidade curricular:

Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program

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

Luís Manuel Trabucho de Campos – OT:7h

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

Carlos Manuel Saiago – OT:7h

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

Iniciação do aluno à investigação científica na área da Matemática.

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

Initiation of the student to scientific research in mathematics.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Nesta disciplina, o trabalho do aluno poderá revestir diversas formas. Dentre elas salientamos algumas possibilidades:

i) Estudo de um desenvolvimento de uma parte da matéria já lecionada;

ii) Estudo de um capítulo ou de parte de uma disciplina de um curso ao nível da parte escolar do programa de Mestrado ou de Doutoramento;

iii) Estudo de um pequeno artigo científico; etc.

A avaliação de conhecimentos poderá consistir na escrita e discussão de um pequeno relatório e/ou numa prova oral e/ou num exame escrito.

3.3.5. Syllabus:

In this course, the student's work can take various forms. Among them we highlight some possibilities:

i) Study of a development of a part of the field already taught;

ii) Study of a chapter or part of a course on a course at the level of the Master or Doctorate programmes;

iii) Study of a small scientific paper, etc..

The assessment could consist of writing and discussion of a short report and / or an oral exam and / or a written examination.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Acompanhamento tutorial por um Docente do Departamento de Matemática.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Tutorial monitoring by a Professor of the Mathematics Department.

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

Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.

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

This is the methodology commonly used for this type of discipline in various universities.

3.3.9. Bibliografia principal:

Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.

Depends on the specific project chosen by the student.

Mapa IV - Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program

3.3.1. Unidade curricular:

Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program

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

Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista – OT:7h

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

Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins – OT:7h

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

O principal objetivo da unidade curricular é proporcionar ao estudante um primeiro contacto com o ambiente empresarial próximo da área do seu curso. O aluno deverá habituar-se a respeitar os horários da empresa, a receber

ordens e executar tarefas ainda que sejam simples tarefas de apoio. Este contacto com uma empresa permite ao estudante desenvolver novas competências podendo também orientar o aluno sobre procura de formação complementar numa determinada área.

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

The program's objective is to give the students the possibility to experience professional practice in a company. The students should respect the company timetables and perform the tasks given by the company supervisor. This experience allows the development of new skills by the students and it can also give them guidelines for the choice of postgraduate or master courses.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Não aplicável. Cada empresa decide as tarefas que o estudante deve realizar durante este estágio de curta duração.

3.3.5. Syllabus:

Not applicable. Each company decides the tasks the students should perform during this internship.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O estudante tem um supervisor na empresa que lhe dá indicações sobre o trabalho a realizar. Poderá solicitar apoio ao supervisor da FCT-UNL.

A avaliação é feita com os seguintes elementos:

- relatório que deve ser entregue ao supervisor da FCT (60%)
- parecer da empresa (40%)

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The student has a supervisor in the company that gives him/her indications about the tasks. The student also has a supervisor at FCT.

The evaluation is based on two elements:

- report that is evaluated by the FCT supervisor (60%)
- evaluation of performance by the company (40%)

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

3.3.9. Bibliografia principal:

Não aplicável.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos

D4.1.2. Equipa docente / Teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Especialista Degree / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Ana Cristina Malheiro Casimiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Luísa da Graça Batista Custódio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Margarida Fernandes Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António José Mesquita da	Professor Auxiliar	Doutor	Álgebra, Lógica e Fundamentos	100	Ficha

Cunha Machado Malheiro	ou equivalente					submetida
António Patrício Alexandre	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática/Equações Diferenciais	100		Ficha submetida
Artur Miguel de Andrade Vieira Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Ayana Maria Xavier Furtado Mateus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística/ Matemática	100		Ficha submetida
Carlos Manuel Agra Coelho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Estatística/Bioestatística	100		Ficha submetida
Célia Maria Castanheira de Moura da Costa Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100		Ficha submetida
Cláudio António Rainha Aires Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Análise Funcional	100		Ficha submetida
Dora Susana Raposo Prata Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática, especialidade de Estatística	100		Ficha submetida
Elvira Júlia Conceição Matias Coimbra	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Filipe José Gonçalves Pereira Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática - Especialidade de Estatística	100		Ficha submetida
Frederico Almeida Gião Gonçalves Caeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100		Ficha submetida
Gracinda Rita Diogo Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática - Especialidade Estatística	100		Ficha submetida
Herberto de Jesus da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Inês Jorge da Silva Sequeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática, especialidade de Estatística	100		Ficha submetida
Isabel Cristina Maciel Natário	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional - ramo Probabilidades e Estatística	100		Ficha submetida
Isabel Cristina Silva Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100		Ficha submetida
Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha Kahle	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
João Filipe Lita da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática, especialidade de Estatística	100		Ficha submetida
João Pedro Bizarro Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática - Geometria e Topologia	100		Ficha submetida
Joaquim Eurico Anes Duarte Nogueira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática Pura (Álgebra)	100		Ficha submetida
Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Análise Matemática	100		Ficha submetida
Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática- especialidade de Álgebra, Lógica e Fundamentos	100		Ficha submetida
Luís Manuel Marques da Costa Caires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Luís Manuel Trabucho de Campos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engineering Mechanics	100		Ficha submetida
Luís Pedro Carneiro Ramos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Magda Stela de Jesus Rebelo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Manuel Almeida Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Manuel Leote Tavares Inglês Esquível	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática/Processos Estocásticos	100		Ficha submetida
Maria de Fátima Vale de Gato Santos Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Álgebra Multilinear	100		Ficha submetida
Maria de Fátima Varregoso Miguens	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Probabilidades e Estatística	100		Ficha submetida
Maria de Lourdes Belchior Afonso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Matemática Aplicada à Economia e Gestão	100		Ficha submetida
Maria do Céu Cerqueira Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática, especialidade de Equações Diferenciais	100		Ficha submetida
Maria do Rosário Silva Franco Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Álgebra	100		Ficha submetida

Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Análise Matemática/Matemática	100	Ficha submetida
Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Maria Paula Pires dos Santos Diogo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	História da Tecnologia	100	Ficha submetida
Marta Cristina Vieira Faias Mateus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Marcelino Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática/ Análise Numérica	100	Ficha submetida
Paula Alexandra da Costa Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Pedro Alexandre da Rosa Corte Real	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística	100	Ficha submetida
Pedro José dos Santos Palhinhas Mota	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística / Matemática	100	Ficha submetida
Rui Manuel Rodrigues Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Doctor of Philosophy in Actuarial Mathematics and Statistics	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Processos Estocásticos	100	Ficha submetida
Vitor Hugo Bento Dias Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Saiago	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática / Álgebra	100	Ficha submetida
Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
				5400	

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos * / Full time teaching staff *

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	54	100

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado * / Academically qualified teaching staff *

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	54	100

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*

Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE): 49 90.740740740741 54

Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE): 0 0 54

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	54	100	54
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0	54

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente atualização:

A FCT tem um Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes (RAD) (Despacho 13109/2012, publicado em DR, 2ª Série, n.º 193, de 4 de outubro), que se rege pelos princípios de universalidade e obrigatoriedade, imparcialidade e objetividade, equidade, confidencialidade e direito ao contraditório.

De acordo com o referido RAD, todos os docentes são avaliados em períodos trienais, com monitorização anual, nas vertentes de:

- a) Docência (e.g. diversidade de unidades curriculares lecionadas; resultados dos questionários aos estudantes; disponibilização de material pedagógico; orientação de dissertações de mestrado e de teses de doutoramento; participação em júris);*
- b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação (e.g. coordenação e participação em projetos de investigação e direção de unidades de investigação; publicação de artigos e livros; comunicações em congressos científicos; participação em órgãos de revistas científicas; registo de patentes; participação em comissões, organizações ou redes científicas);*
- c) Tarefas administrativas e de gestão académica;*
- d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade (e.g. prémios e distinções públicas; transferência de tecnologia; serviços prestados a outras entidades).*

Da avaliação em cada vertente, resulta uma avaliação global no triénio expressa numa menção final de Excelente, Muito Bom, Bom ou Insuficiente.

A avaliação de cada docente é feita por dois avaliadores (um escolhido pelo próprio docente, e outro pelo presidente do departamento), com o contributo do presidente de departamento. Todo o processo é coordenado por um conselho eleito para esse efeito. O Conselho Científico e o Conselho Pedagógico são obrigatoriamente ouvidos sobre os resultados finais agregados do processo de avaliação. O Diretor atua como entidade de recurso, e os resultados finais são homologados pelo Reitor.

Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório dos docentes, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos, e são tidos em conta na prioridade de concessão de licenças sabáticas, fixação do trabalho docente e obtenção de apoios extraordinários para coordenação ou dinamização de atividades.

A FCT concluiu o processo de avaliação de todos os seus docentes no triénio 2010-2012, estando agora a ser finalizado o processo de avaliação relativo ao triénio 2013-2015.

Tal como preconizado no próprio RAD, o Conselho Científico propôs, após debate na Faculdade, uma revisão do RAD, com vista à implementação de melhorias. As alterações ao RAD deverão ser publicadas em DR muito em breve.

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The school has an official Performance Assessment Regulation for the academic staff (Despacho 13109/2012, published in DR, 2ª série, n.º 193, in October 4), governed by the principles of universality, impartiality, fairness, confidentiality, and right to adversarial.

By this regulation, all members of the academic staff are evaluated triennially, with observation every year, in the following aspects:

- a) Teaching (e.g. diversity of courses taught, students' satisfaction inquiries, teaching materials, MSc and PhD supervision, participation in academic juries);*
- b) Research (e.g., coordination and participation in research projects, coordination of research units, publication of scientific articles and books, conference papers, editorial boards of scientific journals and programme committees, patents);*
- c) Administrative and academic duties;*
- d) Extension activities, dissemination and services to the community (e.g., academic honours and awards, technology transfer, consultancy and other services to the community).*

The final global evaluation for the 3years period results from the evaluation in each of the 4 subjects above, and is expressed in a grade of Excellent, Very Good, Good or Poor.

The evaluation of each professor is done by two evaluators (one chosen by the professor, and one by the

corresponding head of department), and also has the contribution of the head of department. A commission elected for this purpose coordinates the whole process. The Scientific and Pedagogical Boards are consulted about the final aggregated results. The Director acts as appeal instance, and the Rector approves the final results of the evaluation. The results of the evaluation have an effect in the remuneration of the academic staff, in tenure, and in renovation of contracts of professors. They are also taken into account when authorising sabbatical leaves, in distribution of teaching load, or in the attribution of grants.

The evaluation process of the 2010-2012 period is already concluded, and the one for 2013-2015 is in an advanced state, to be concluded within 2016.

As advocated by the regulation itself, the evaluation process and results for 2010-2012 have been assessed, in order to introduce changes to be applied in the next evaluation period. This assessment was made by the Scientific Board, after debate in the School, and slight changes in the regulation were approved and will be published in DR very soon.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afeto ao ciclo de estudos:

Participam em atividades de suporte à gestão do ciclo de estudos o seguinte pessoal não docente:

- *Maria da Graça Nobre dos Santos – Assistente Técnica*
- *Maria Libânia Patrício Gaspar – Assistente Técnica*
- *Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata – Assistente Operacional*

Apoio à coordenação e disseminação do curso, apoio aos docentes e atendimento dos estudantes.

A Divisão Infraestruturas Informáticas da FCT NOVA disponibiliza recursos humanos sempre que necessário para apoio à gestão dos laboratórios de ensino, da rede de computadores, dos serviços de impressão e da manutenção de informação na web.

5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

The following non-teaching staff participate in management support activities of the programme:

- *Maria da Graça Nobre dos Santos - Technical Assistant*
- *Maria Libânia Patrick Gaspar - Technical Assistant*
- *Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata - Operational Assistant*

Support for the coordination and dissemination of course, support for teachers and attendance of students.

The Computing Division of FCT NOVA provides human resources whenever necessary to support for the management of teaching laboratories, computer networks, print services, and maintenance of information on the web.

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

O Departamento de Matemática está instalado no Edifício VII do Campus de Caparica, onde também se encontra o Complexo Pedagógico da FCT NOVA com auditórios e salas de aulas de utilização livre com data show, salas de estudo e salas com computadores. O DM dispõe de 3 Laboratórios de Ensino e um Centro de Cálculo equipados com moderna tecnologia no que toca a hardware e software. O Centro de Cálculo destina-se à utilização exclusiva dos alunos dos diferentes ciclos de estudos do DM para preparação e realização de trabalhos. Para os docentes do DM e investigadores do Centro de Matemática e Aplicações existem 17 gabinetes individuais e 39 duplos, com o respetivo equipamento de apoio. No piso 1 do Edifício VII encontram-se, para além do já mencionado Centro de Cálculo, a Secretária, o gabinete da Direção e a sala de reuniões. A FCT NOVA possui uma moderna biblioteca de referência com auditório, sala de exposições, gabinetes de estudo em grupo e individual, etc.

5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

The Department of Mathematics is located in Building VII of the Campus of Caparica, where there is also the Pedagogical Complex of FCT NOVA with auditoriums and free use classrooms with data show, study rooms and computer laboratories. The Department of Mathematics has 3 Teaching Labs and a Computing Center equipped with modern technology in terms of hardware and software. The Computing Center is for the exclusive use of the students of the different cycles of studies in the DM to prepare and make assignments. For the DM academic staff and CMA (Centro de Matemática e Aplicações – Centre for Mathematics and Applications) researchers there are 17 individual offices and 39 double offices with support equipment. On the 1st floor of Building VII there is, apart from the aforementioned Computing Center, the Secretariat, the DM Head Office and the meeting room. FCT NOVA has a modern reference library with auditorium, exhibition hall, cabinets for group and individual study, etc.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs):

O Departamento de Matemática dispõe de 5 equipamentos de data show (fixo e portátil), 5 projetores, 58 computadores para alunos, 75 computadores para docentes e investigadores, 4 computadores para os serviços administrativos, 4 computadores (servidores) para investigação, infraestruturas de rede sem fios, infraestrutura de rede com fios,

firewalls, 19 impressoras para docentes, serviços e alunos, 2 fotocopiadoras, 12 computadores portáteis de apoio ao ensino, entre outros.

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

The Department of Mathematics has 5 data show equipment (fixed and portable), 5 projectors, 58 computers for the students, 75 computers for the academic staff and researchers, 4 computers for administrative services, 4 computers (servers) for research, wireless network infrastructures, wired network infrastructure, firewalls, 19 printers for the academic staff, services and students, 2 photocopiers, 12 laptops to support teaching, among others.

6. Atividades de formação e investigação

Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua Atividade científica

6.1. 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 the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Centro de Matemática e Aplicações (CMA)/ Centre for Mathematics and Applications	Muito Bom / Very Good	FCT NOVA	

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/a82f3f62-6028-87a1-a413-59ad604362f2>

6.3. 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:

O CMA faz investigação em matemática, com ênfase em Estatística e Gestão do Risco, Álgebra e Lógica, Análise e Investigação Operacional, e integra mais de 60 membros, colaborando com colegas de univ. Coimbra, Évora, Lisboa, Minho, Porto e UTAD e univ. estrangeiras (Carnegie Mellon, UF Fluminense, St Andrews, Paris VI, Paris VII, L Lorrain RIA, CIE, Ludwig-Maximilian, William and Mary, Toulon-Var, INRIA, Granada, UL Bruxelles e UA Barcelona), tendo publicado, nos últimos 3 anos, 272 artigos em revistas/conferências internacionais de top tier com peer review (239 indexados no Web of Science). Em 2016 iniciaram-se um projeto nacional (FCT), com valor de 200 k euros e um projeto Portugal-Brasil. O DM tem acordos Erasmus com Alemanha, Espanha, França, Holanda, Itália, Turquia, Bulgária e Polónia. Existem parcerias para estágios de alunos com várias empresas, p.e. a EQUIFAX, BIG, VICTORIA, AÇOREANA, BANIF, ACTUARIAL, Banco ATLÂNTICO EUROPA, EUROVIDA, FIDELIDADE, KPMG, E&Y, I2S, CFPO, LIBERTY.

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

CMA carries out research in mathematics, with emphasis on Statistics and Risk Management, Algebra and Logic, Analysis and Operational Research, with more than 60 members, collaborating with the Univ. of Coimbra, Évora, Lisbon, Minho, Porto and UTAD and foreign universities (Carnegie Mellon, UF Fluminense, St Andrews, Paris VI, Paris VII, L Lorrain RIA, CIE, Ludwig-Maximilian, William and Mary, Toulon-Var, INRIA, Granada, UL Bruxelles and UA Barcelona), publishing, in the last 3 years, 272 articles in top tier peer review journals/international conferences (239 indexed in the Web of Science). In 2016 a national project (FCT) was started, with value 200k Euros, and a Portugal-Brazil project. The DM has Erasmus agreements with Germany, Spain, France, the Netherlands, Italy, Turkey, Bulgaria and Poland. The companies EQUIFAX, BIG, VICTORIA, AÇOREANA, BANIF, ACTUARIAL, ATLÂNTICO EUROPA, EUROVIDA, FIDELITY, KPMG, E&Y, I2S, CFPO, LIBERTY, are partners of the DM for student internships.

7. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

O DM tem várias atividades de divulgação da Matemática:

-O grupo divMAT, para a divulgação junto de alunos e professores do ensino secundário, visitando escolas e recebendo grupos de escolas;

- O *ClubeMath* destina-se a jovens do ensino básico e secundário com 7 sessões por ano;
- MathIngenious* e *MatNova* são escolas de Verão, em Julho e Setembro, respetivamente, para alunos de excelência do ensino secundário;
- Por ocasião da *ExpoFCT*, milhares de alunos do ensino secundário visitam a *FCT NOVA* e, em particular, o *DM* organiza atividades onde se mostra como a Matemática ajuda a resolver múltiplos problemas;
- Jornada da Matemática*, em março, para divulgação das oportunidades e saídas profissionais aos alunos do *DM*;
- Ciclo de palestras “Almada Negreiros e a Matemática”*;
- Programa televisivo “Isto é matemática”*, com docente e apoio do *DM*;
- Matemática na FCT*, ciclo de palestras destinado a alunos do *DM*, proferidas também por antigos alunos partilhando a suas experiências, mas aberto ao público.

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

The DM has several activities to disseminate Mathematics:

- The divMAT group, to provide exposure amongst secondary school students and teachers, visiting schools and welcoming school groups;*
- ClubeMath is dedicated to young students of basic and secondary schools with 7 sessions per year;*
- MathIngenious and MatNova are summer schools, in July and September, respectively, for excellent secondary school students.*
- On the occasion of ExpoFCT, thousands of secondary school students visit FCT NOVA and, in particular, the DM organizes activities that show how Mathematics help to solve multiple problems;*
- Maths Day, in March, to divulge opportunities and career prospects to the DM students;*
- Lecture series “Almada Negreiros e a Matemática” (Almada Negreiros and Mathematics);*
- Television show “Isto é matemática” (This is maths), with a teacher and support of the DM;*
- Maths in FCT, a lecture series aiming at DM students, addressed by alumni sharing their experiences, open to the public.*

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

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério que tutela o emprego:

Tradicionalmente a empregabilidade em cursos de Matemática e Matemática Aplicada ronda 100%. De acordo com a informação atual em <http://infocursos.mec.pt>, o número de desempregados, nesta área, é de 24 de entre 767 diplomados no período 2012-2015, abaixo da média nacional. De entre os mais de mil diplomados pelo DM da FCT NOVA, o número de desempregados é residual, atestando a nossa capacidade de formar alunos com competência e conhecimentos reconhecidos quer no meio empresarial como ao nível de instituições públicas. A procura por diplomados, na área do curso que pretendemos oferecer é elevada, tendo também em conta as solicitações, que nos chegam, de alunos com um perfil em análise do risco. Os cursos de Matemática Aplicada existentes não têm exatamente as mesmas características que a proposta apresentada, devido à vertente de gestão do risco que pretendemos proporcionar aos nossos formandos, apesar de haver alguns pontos em comuns, pelo que estamos a apresentar um curso inovador.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry responsible for employment data:

Traditionally employability in courses in Mathematics and Applied Mathematics is around 100%. According to the current information on <http://infocursos.mec.pt>, the number of unemployed people in this area is 24 out of 767 graduates in the period 2012-2015, below the national average. Among the more than 1,000 graduates of the DM of FCT NOVA, the number of unemployed people is residual, attesting to our ability to train students with competence and knowledge recognized both in the business environment and at the level of public institutions. The demand for graduates in the area of the course we intend to offer is high, also taking into account the requests that come to us from students with a profile in risk analysis. The existing Applied Mathematics courses do not have the same characteristics as the proposal presented here, due to the risk management aspect that we intend to provide to our trainees, although there are some common points, so we are presenting an innovative course.

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

Nos últimos anos, as vagas nos vários cursos de Matemática Aplicada, a nível nacional, têm sido consistentemente preenchidas, sendo o número de candidatos largamente superior à disponibilidade existente. As médias de entrada dos últimos colocados, dos cursos desta área, têm vindo progressivamente a subir, atingindo em alguns casos valores superiores a 17 valores. Olhando para os resultados da 1.ª fase do concurso nacional de acesso ao ensino superior público do corrente ano, verifica-se ainda uma melhoria, e em particular dentro da oferta formativa do DM da FCT NOVA, a licenciatura em Matemática é aquela, que dentro dos cursos de Matemática, apresenta a melhor média de entrada do último colocado, 15.4 valores, tendo preenchido, novamente, a totalidade das 30 vagas disponíveis. Comprovadamente, o curso que aqui se apresenta tem condições para atrair estudantes e espaço dentro do panorama formativo ao nível do ensino superior com um plano curricular inovador.

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

In recent years, the vacancies in the various courses of Applied Mathematics at the national level have been consistently filled, with the number of candidates vastly higher than the existing availability. The averages of entrance of the last students placed, for the courses of this area, have been progressively increasing, reaching in some cases values higher than 17 values (over 20). From the results of the first phase of the national competition for access to public higher education in the current year, there is still an improvement, and in particular within the training offer of the DM of FCT NOVA, the degree in Mathematics is, among the courses of Mathematics, the one that presents the best entry average of the last place, 15.4 values (over 20), having once again to fill all of the 30 available positions. So, the course presented here is able to attract students and filled a space within the educational panorama at the level of higher education with an innovative curricular plan.

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

Nesta fase de lançamento, o curso será, do ponto de vista de responsabilidade de ensino, assegurado exclusivamente pelo Departamento de Matemática da FCT NOVA, pretendendo-se, no futuro, procurar parcerias com outras instituições de ensino superior, em áreas que venham a ser identificadas. Será colocada prioridade, dadas as características do curso, a parcerias com entidades externas utilizadores de conhecimento, como empresas e instituições públicas que providenciem casos de estudo, suportando a oferta de colaborações de I&D.

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

In this launching stage phase, and from the point of view of teaching responsibility, the course will be of exclusive responsibility of the Department of Mathematics of FCT NOVA, although in the future partnerships might be sought with other institutions of higher education from areas to be then identified. Given the programme characteristics, priority is being given to partnerships with external entities that are users of data-driven knowledge, such as companies and public institutions that provide case studies, supporting the supply of R & D collaborations.

9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

9.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei 63/2016, de 13 de setembro):

De acordo com o Artigo 9º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março, e tratando-se de um ciclo de estudos do 1º ciclo, com 3 anos (6 semestres), foi atribuído ao mesmo um total de 180 ECTS para a obtenção do grau de Licenciado.

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decree-Law 63/2016, of September 13th):

According to Article 9º of Decreto-Lei nº 74/2006, 24th of March, being the case of a 1st cycle with 3-year full duration (6 semesters), we assign to it a total of 180 ECTS for obtaining the Bachelor ("Licenciado") degree.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

Para o cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares foi utilizado como indicador a equiparação de 1 unidade ECTS a 28 horas de trabalho do estudante. O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular será continuamente aferido e quando necessário reajustado pelos docentes e comissão científica do curso, de forma informada por inquéritos periódicos na FCT NOVA, desde o início do Processo de Bolonha. Na presente proposta foi analisada a creditação das UC, tendo sido preocupação equilibrar o esforço do estudante entre os vários semestres do curso.

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

Our calculation of ECTS credits of curricular units was based on the correspondence of 1 ECTS unit to 28 working hours. The student work load in the various components of activity of each curricular unit will be continuously monitored and adjusted whenever considered necessary by the academic staff and program scientific committee, informed by periodic student surveys at FCT NOVA, in particular after the installation of the Bologna process. When preparing this proposal, the ECTS for all curricular units were reconsidered, with a special concern to better balance the student workload along the several terms of the program.

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

O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular do curso de Licenciatura em Matemática Aplicada à Gestão do Risco - em muitos casos são UC já existentes ou que foram adaptadas - será continuamente aferido e reajustado pelos docentes sob a coordenação da Comissão Científica, de forma informada por inquéritos realizados na FCT NOVA, desde o início do Processo de Bolonha. Estes inquéritos periódicos auscultam os estudantes e docentes sobre o número de horas despendidas nas várias atividades e informam o processo de ajuste de créditos ECTS. Durante o processo de elaboração das fichas das UC incluídas nesta proposta, os docentes estiveram ativamente envolvidos e auscultados sobre o método de cálculo das unidades ECTS, tendo também sido promovidas reuniões com estudantes.

9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the

curricular units:

The student load in the various components of activity of each curricular unit of the 1st cycle in Applied Mathematics to Risk Management - in many cases already existing curricular units or that have been adapted - it will be continuously monitored and adjusted by the academic staff under the supervision of the program's scientific committee. This process has also been informed by the periodic student surveys carried out at FCT NOVA. These surveys consult students about their workload in several academic activities and courses and they are taken into account in the ECTS unit calculation process. During the elaboration of this proposal and the curricular units' forms, the academic staff were again actively involved and consulted about the calculation method. Meetings with students were also organized.

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:

The University of Edinburgh – BSC Applied Mathematics

Bachelor in Applied Mathematics: University of Groningen - Faculty of Mathematics & Natural Sciences

Uma lista com cursos de matemática aplicada pode ser encontrada em <https://www.educations.com/search/bachelor-degree-mathematics-europe/a62-c34-d58>

O nosso programa, embora em Matemática Aplicada, é distinto de outros cursos que encontramos; de certo modo, somos inovadores. Isso pode ser explicado: a nossa motivação é preparar alunos para enfrentar desafios que as empresas nos colocam e providenciar uma formação bem organizada sólida cientificamente e com qualidade de nível universitário.

Porém, é possível, encontrar algumas semelhanças quando comparamos o nosso programa com cursos de 1º e até 2º ciclos de Matemáticas Atuariais, por exemplo:

<https://www.hw.ac.uk/study/uk/undergraduate/actuarial-science.htm>

<https://www.hotcoursesabroad.com/study/course/uk/actuarial-science-bsc-hons/54993582/program.html?nationCode=151&nationCntryCode=151>

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

The University of Edinburgh – BSC Applied Mathematics

Bachelor in Applied Mathematics: University of Groningen - Faculty of Mathematics & Natural Sciences

A comprehensive list can be found at <https://www.educations.com/search/bachelor-degree-mathematics-europe/a62-c34-d58>

We note that our syllabus, although in Applied Mathematics, is distinct from every other course we found so, in some sense, we can say that we are being innovative. This can easily be explained, because our main driver is to prepare students to face the challenges that some corporations have presented to us, and to provide a well-organized, scientifically sound and university-level training.

However, some similarities can be found when comparing with courses in Actuarial Mathematics, for instance:

<https://www.hw.ac.uk/study/uk/undergraduate/actuarial-science.htm>

<https://www.hotcoursesabroad.com/study/course/uk/actuarial-science-bsc-hons/54993582/program.html?nationCode=151&nationCntryCode=151>

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

No 1º ano, mais comumente estes cursos têm disciplinas obrigatórias, e.g., Álgebra Linear, Cálculo, Probabilidade e Estatística associados a resoluções de questões com demonstrações e deduções matemáticas. O objetivo principal é aumentar o conhecimento dos alunos em matemática pura, apresentá-los aos modos mais rigorosos de pensamento matemático necessários ao nível universitário e prepará-los para começar a discutir a Matemática Aplicada. Estes são comuns a todos os planos de estudos e, geralmente, ocupam pelo menos metade do horário.

No ano 2, geralmente os estudantes gastam entre metade a dois terços do tempo de estudo em disciplinas de Matemática. Durante o primeiro semestre, ainda existem algumas disciplinas de Matemática Pura, estendendo o conhecimento sobre Cálculo e Análise, mas com uma mudança para a Matemática Aplicada no segundo semestre, com destaque para Probabilidade e Estatística, Computação e Análise Numérica.

No ano 3, o foco é sobre os principais temas do programa e de melhoria de conhecimento em Matemática Avançada, com destaque para as aplicações, preparando o aluno para entrar no mercado de trabalho, bem como para decidir em que campos gostaria de se especializar.

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

In year 1, more commonly these courses will have compulsory subjects like Linear Algebra, Calculus, Probability and Statistics with Proofs & Problem-Solving contents. The main goal is to build the students' knowledge on pure mathematics, introduce them to the more rigorous ways of mathematical thinking required at university level and prepare the ground to start discussing Applied Mathematics. These are common to all most of the syllabus and usually take at least half of the timetable.

In year 2, usually the students spend between half and two thirds of lecture time on mathematics. During the first semester, there is still some courses in pure mathematics, extending the knowledge on calculus and analysis, but with a shift in more applied mathematics in the second semester, namely Probability and Statistics, Computing and Numeric Analysis.

In year 3, the focus is on the main subjects of the syllabus, improving in advanced mathematics, with emphasis on applications, preparing the student to enter the work market and, as well as, to decide in what fields he/she would like to specialize.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Não aplicável / Not applicable

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Não aplicável / Not applicable

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes

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

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento 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:

Não aplicável.

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

Not applicable.

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e 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):

<sem resposta>

Mapa X. 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 / N° of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

O curso oferece uma sólida formação científica, atualizada, diversificada e abrangente, numa área de enorme atualidade e impacto para a qual existe lacuna na oferta formativa. Os diplomados adquirem competências à sua inserção no mercado de trabalho e à prossecução dos estudos. Existe uma boa ligação com empresas/empregadores, incluindo projetos de I&D, facilitando o envolvimento de estudantes em estágios. O corpo docente é altamente qualificado, experiente, constituído por doutorados e muito acessível aos estudantes. A componente prática do curso é suportada em laboratórios de computadores, com equipamento adequado. Considerando as elevadas taxas de empregabilidade dos mais de mil estudantes já formados pelo DM, a sua satisfação geral com a inserção no mercado de trabalho, com as competências adquiridas, a capacidade de trabalho em equipa, a elevada satisfação pelos empregadores, parece indiscutível que os futuros diplomados da LMAGR terão um impacto muito positivo na sociedade.

12.1. Strengths:

The course offers a solid scientific education, updated, diversified and comprehensive, in an area of enormous relevance and impact for which there is a gap in the educational offer. Graduates acquire competences to enter the labor market and to continue their studies. There is good liaison with business / employers, including R & D projects, facilitating the involvement of students in internships. The academic staff is highly qualified, experienced, all with PhD degree and very accessible to students. The practical component of the course is supported in computer labs, with adequate equipment. Considering the high employability rates of the more than one thousand students already trained by the DM, their general satisfaction with entering the job market, with the skills acquired, the ability to work as a team, the high satisfaction of employers, it seems indisputable that future graduates from this proposed program will have a very positive impact on society.

12.2. Pontos fracos:

O deficiente conhecimento dos alunos do Ensino Secundário sobre a empregabilidade dos formados em Matemática, havendo maior atração pelos cursos de Engenharia. Na sua grande maioria, os alunos do Ensino Secundário associam o curso de Matemática à profissão de docência, desconhecendo, por exemplo, o que são a matemática atuarial e financeira. No entanto, com uma oferta em Matemática Aplicada pretende-se reverter esta ideia até pela possível captação de alunos do secundário da área Ciências Socioeconómicas, sendo necessário desenvolver uma campanha de publicitação do curso e das suas saídas profissionais de forma a atrair bons alunos.

12.2. Weaknesses:

The faulty knowledge of high school students on the career opportunities of those graduating in Mathematics leads them to be attracted to Engineering courses. Most of these students connect a degree in Mathematics to a teaching career, being unaware, for example, of what actuarial mathematics and financial mathematics are. The purpose of this educational offer in Applied Mathematical is to revert this misconception, and moreover attract high school students that come from the Socioeconomics Science area. To attain this goal, it is crucial to develop a strong marketing campaign about the degree and its corresponding job opportunities.

12.3. Oportunidades:

A LMAGR proposta aqui vem responder à procura existente por parte de alunos do Ensino Secundário que, tendo aptidão e gosto pela Matemática, pretendem adquirir competências e conhecimentos em áreas mais aplicadas, como é a Matemática Atuarial e Financeira. A formação não se restringe as estas áreas, sendo abordadas várias temáticas sobre Investigação Operacional e Estatística, permitindo a prossecução dos estudos nestas áreas. Estão reunidas as condições (qualidade e experiência do corpo docente, equipamentos físicos, laboratórios de computação, parecerias, etc.) para a implementação deste curso no ano letivo 2018/2019. Existe uma procura sustentada de profissionais qualificados na área da Matemática tanto a nível nacional como internacional. Esta é uma forma de capitalizar o potencial existente no corpo docente e o esforço de divulgação da Matemática e da nossa oferta educativa junto de escolas secundárias, no sentido de interessar mais alunos e, em particular, atrair os melhores.

12.3. Opportunities:

The proposed program intends to meet high school students' demands, namely of those who enjoy mathematics and would like to develop skills in applied areas, such as Actuarial and Financial Mathematics. The skills acquired would not be restricted to these areas, since several topics on Operational Research and Statistics are approached, so students can proceed their studies in these areas. The required conditions (quality and experience of the teaching team, physical equipment, computer labs, partnerships, etc.) are already assembled for the implementation of this degree in 2018/2019 school year. There is a sustained search for qualified professionals in the mathematical field, not only nationwide, but also internationally. This is a way of capitalizing, on one side, the potential found in the teaching staff, and on another side, the effort of disclosing Mathematics and our educational offers into high schools, in order to peak the interest of more students, particularly the best ones.

12.4. Constrangimentos:

É necessário preparar uma campanha de marketing para a divulgação da LMAGR, incisiva e abrangente, junto dos alunos do Ensino Secundário e das possibilidades profissionais para os potenciais diplomados deste curso. É claro que se pode contar com os projetos de divulgação já a operar internamente no DM, mas a complexidade inerente a campanhas deste género obriga a outro tipo de iniciativas para as quais não podemos deixar de dar relevo, por um lado, as restrições orçamentais, e por outro lado, a inexperiência da FCT NOVA em iniciativas deste tipo, capacidade esta que tem de ser melhorada.

O Campus, embora agradável, com espaço e possibilidades de expansão futura, tem uma localização que pode dificultar o acesso a alguns estudantes que habitam a norte do Tejo. No entanto, várias melhorias têm sido realizadas, por exemplo com a construção da rede de metro de superfície (com estação na FCT NOVA) e a travessia do Tejo através de rede ferroviária, pelo que esta situação está a ser revertida.

12.4. Threats:

It is necessary to prepare a marketing campaign to disseminate the AMRM degree, incisively and broadly, aimed at the students of secondary education and about the professional possibilities for potential graduates of this degree. We can obviously count on the dissemination projects already operating internally at the DM, but the inherent complexity of these type of campaigns demands different initiatives for which we should take in account that, firstly, the budget constraints and, secondly, the inexperience of FCT NOVA in this type of campaigns, an aspect that must be improved. The Campus, even though pleasant, with space and possibilities for a future expansion, has a location that can be difficult to access for some students living at north of the Tagus river. However, several improvements have been done, i.e. the construction of a tram network (with a station at FCT NOVA) and the Tagus river crossing through the railway network, and so such situation is being reversed.

12.5. CONCLUSÕES:

A criação da LMAGR vem responder à procura dos alunos do ensino secundário com aptidão pela matemática, mas que pretendem uma área mais aplicada com o objetivo primordial de vir a trabalhar no meio empresarial. Desta forma há a possibilidade de captação de alunos da área socioeconómica, que por hábito não são candidatos à oferta educativa clássica em Matemática ou Matemática Aplicada. Por um lado, há o aproveitamento natural das competências e qualificações do corpo docente do DM e da larga experiência na lecionação da licenciatura em Matemática, na qual a estrutura curricular do ciclo que aqui se apresenta se baseia. Por outro lado, há o recuperar de uma tradição de ensino, presente no DM, em áreas de conhecimento mais aplicado durante o período pré-Bolonha, quando a licenciatura em Matemática estava ramificada em Estatística, Investigação Operacional e Ciências Atuariais. É também significativa a intenção do DM em proporcionar futuramente uma formação de 2º ciclo em atuariado, de acordo com as normas estabelecidas internacionalmente pelas International Actuarial Association e Actuarial Association of Europe e seguidas pelos seus membros, em particular o Instituto dos Atuários Portugueses, permitindo o reconhecimento, quer nacional como internacional, dos diplomados para o exercício da profissão de atuário, uma das melhores profissões, tendo em conta estudos internacionais. A LMAGR é o primeiro passo nessa estratégia sendo, no entanto, muito mais abrangente uma vez que a formação se estende para outra área típica da gestão do risco, a matemática financeira a qual está também presente na oferta educativa do DM ao nível do 2º ciclo. As infraestruturas existentes asseguram o bom funcionamento da LMAGR, conscientes que deverão ser melhoradas. É fundamental a publicitação do curso junto do público alvo, consciencializando na variada e elevada empregabilidade dos formandos na área da matemática aplicada, que vai muito para além do ensino. Para isso, muito contribuirá a atividade de divulgação, já enraizada no DM, e que tem gradual e sustentadamente garantido a preferência de muitos alunos pela Licenciatura em Matemática, e também da restante oferta educativa da FCT NOVA, pelo que se antevê a potencial escolha da LMAGR. Refira-se ainda a frequente solicitação, por diversas empresas, de alunos especializados em técnicas de análise de risco para a qual, muitas vezes, não há resposta. Outros obstáculos aparecerão com a criação e colocação em funcionamento deste ciclo que se propõe, mas não sendo uma área atípica à capacidade, conhecimento e experiência do corpo docente do DM, serão seguramente ultrapassados. A criação da LMAGR é uma mais valia para a FCT NOVA, em termos do tipo de aluno que pode captar, e também a nível da oferta educativa nacional, pois proporciona uma formação distinta ao nível de 1º ciclos e que tem reflexos no meio empresarial pelas competências e conhecimentos a adquirir pelos futuros diplomados deste curso que aqui de apresenta.

12.5. CONCLUSIONS:

The creation of this program responds to the Secondary Education students' demand with aptitude for mathematics, but who want a more applied area, with the primary objective to work in a business environment. In this way, there is the possibility of getting students from the socioeconomic area, who are not usual candidates for the classical educational offer in Mathematics or Applied Mathematics. On one hand, there is the natural use of skills and qualifications of the academic staff of the DM and of the wide experience in teaching on the degree in Mathematics, in which the curricular structure of the cycle presented here is based. On the other hand, we want to recover the teaching tradition in areas of applied knowledge during the pre-Bologna period, when the degree in Mathematics was branched into Statistics, Operational Research and Actuarial Sciences. Also, it is significant the department's intention to provide, in a near future, a second cycle training in actuary, in accordance with internationally established standards by the International Actuarial Association and Actuarial Association of Europe and followed by its members, in particular the Portuguese Institute of Actuaries, allowing recognition, both national and international, of our graduates to practice as an actuary, one of the best professions, taking into account international studies. This proposed program is the first step in this strategy, but it is much more embracing since the structure of the course extends to another typical area of risk management, Financial Mathematics which is also present in the educational offer of DM, at the second cycle level. Existing infrastructures ensure the proper functioning of the program, which however should be improved. It is fundamental to publicize the course to the target audience, raising awareness of the widen and high employability of the trainees in the area of applied mathematics, which goes well beyond teaching. For this, it will greatly contribute the dissemination activity, already running in the DM, and which has gradually and sustainably guaranteed the preference of many students for the Degree in Mathematics, as well as the remaining educational offer at FCT NOVA, so that the potential choice for this program is foreseen. We should also mention the

frequent request, from several companies, of students specialized in techniques of risk analysis, for which, often, there is no response. Other obstacles will arise with the creation and start-up of this proposed cycle, but with the capacity, knowledge and experience of the academic staff of the DM, they will surely be overcome. The creation of this program means an added value for FCT NOVA, in terms of the type of student we can reach, and also in the nationwide educational offer, as it provides a distinct training as a 1st cycle level, which has impact in the enterprise market due to the skills and knowledge acquired by future graduates of this course, that we here present.