

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de Ensino Superior / Entidade Instituidora:

Universidade Nova De Lisboa

A1.a. Outras Instituições de Ensino Superior / Entidades Instituidoras:

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

A3. Ciclo de estudos:

Matemática e Aplicações

A3. Study programme:

Mathematics and Applications

A4. Grau:

Mestre

A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (n.º e data):

Despacho n.º 14059/2012, Diário da República, 2.ª série — N.º 209 — 29 de outubro de 2012

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Matemática

A6. Main scientific area of the study programme:

Mathematics

A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):

461

A7.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

<sem resposta>

A7.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

<sem resposta>

A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

120

A9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):

2 anos (4 semestres)

A9. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):

2 years (4 semesters)

A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:

15

A11. Condições de acesso e ingresso:

Podem candidatar-se:

- a. Titulares do grau de licenciado do 1º ciclo ou equivalente legal das áreas de Ciências Exactas ou Tecnologias, com preparação mínima de base nos temas de matemática relacionados com o ramo escolhido; ou
- b. Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos organizado, naquelas áreas, de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo; ou
- c. Titulares de um grau académico superior estrangeiro, naquelas áreas, que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia; ou
- d. Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia.

A11. Entry Requirements:

The eligibility criteria are:

- a. To have a bachelor degree or a formal equivalent in the areas of Exact Science or Engineering, with background in themes of mathematics related to the chosen profile; or
- b. To have a foreign bachelor degree, in the areas mentioned above, according to the principles of the Bologna Process and from a state where this Process was adopted; or
- c. To have a foreign university level degree, in the areas mentioned above, with the level of a Bachelor degree recognized by the Scientific Council of Faculdade de Ciências e Tecnologia; or
- d. To have an academic, scientific or professional profile, recognized by the Scientific Council of Faculdade de Ciências e Tecnologia as appropriate for the Master program.

A12. Ramos, opções, perfis...

Pergunta A12

A12. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Sim (por favor preencha a tabela A 12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)

A12.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)

A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)	
Opções/Ramos/... (se aplicável):	Options/Branches/... (if applicable):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional	Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile
Ramo Álgebra, Lógica e Computação	Algebra, Logics and Computation Profile
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais	Numerical Analysis and Differential Equations Profile
Ramo Matemática Financeira	Financial Mathematics Profile

A13. Estrutura curricular

Mapa I - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A13.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A13.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A13.2. Grau:

Mestre

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded			
Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática / Mathematics	M	81	24
Informática / Informatics	I	0	6
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	6
(4 Items)		84	36

Mapa I - Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A13.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A13.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A13.2. Grau:
Mestre

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded			
Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática / Mathematics	I	45	60
Matemática; Informática / Mathematics ; Informatics	M / I	0	6
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	6
(4 Items)		48	72

Mapa I - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A13.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A13.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A13.2. Grau:
Mestre

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded			
Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática / Mathematics	M	81	24
Matemática ou Física ou Ciência dos Materiais / Mathematics ou Physics ou Materials Science	WF/CMt	0	6
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	6
(4 Items)		84	36

Mapa I - Ramo Matemática Financeira

A13.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A13.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A13.2. Grau:
Mestre

A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded			
Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática / Mathematics	M	81	24
Informática / Informatics	I	0	6
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	6
(4 Items)		84	36

A14. Plano de estudos

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 1.º Ano/1.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Atuariado Vida / Life Insurance	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Estatística Numérica Computacional / Computational Numerical Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Simulação / Simulation	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I – Informática / Option I - Informatics	I	Semestral /Semester	168	TP: 42	6	Optativa / Optional
Opção II ou Unidade Curricular do Bloco Livre / Option II or Unrestricted Elective	M/ QAC	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I – Informática

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I – Informática

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Option I Group – Informatics

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular	Área Científica /	Duração /	Horas Trabalho /	Horas Contacto /	ECTS	Observações / Observations

Units	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	Contact Hours (4)		(5)
Introdução à Programação / Introduction to Programming	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Optativa / Optional
Bases de Dados / Databases	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Optativa / Optional
Algoritmos e Estruturas de Dados / Algorithms and Data Structures	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Optativa / Optional
(3 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções II

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções II

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Option II Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Probabilísticos em Investigação Operacional / Probabilistic Models in Operations Research	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Estatística Biomédica / Biomedical Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Segurança Social e Fundos de Pensões / Social Security and Pension Funds	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Projeto em Investigação Operacional / Operations Research Project	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Estatística Econométrica e Financeira / Econometric and Financial Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 1.º Ano/2.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Atuariado Não Vida / Non-life Insurance	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Estatística Multivariada / Multivariate Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Modelos de Apoio à Decisão / Decision Support Models	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral /Semester	80	TP: 45	3	Obrigatória / Mandatory
Seminário em Atuariado, Estatística e Investigação Operacional / Actuarial Statistics and Operational Research Seminar	M	Semestral /Semester	80	S: 28	3	Obrigatória / Mandatory
Opção III ou Unidade Curricular do Bloco Livre / Option III or Unrestricted Elective	MW/QAC	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções III

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções III

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester – Option III Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Otimização Não Linear / Non Linear Optimization	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Modelação Estatística de Valores Extremos / Statistical Modeling of Extreme Values	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Gestão do Risco em Atuariado Vida / Risk Management in Life Insurance	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Programação Orientada pelos Objetos B / Object-Oriented Programming B	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:26	6	Optativa / Optional
Algoritmos para Problemas Difíceis / Algorithms for Hard Problems	I	Semestral /Semester	168	TP: 28; PL:26	6	Optativa / Optional
Aprendizagem Automática e Data Mining / Machine Learning and Data Mining	I	Semestral /Semester	168	TP: 28; PL:28	6	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 2.º Ano/3.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão do Risco em Atuariado Não Vida / Risk Management in Non-Life Insurance	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Inferência e Modelação Estatística / Statistical Modeling and Inference	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Otimização Combinatória / Combinatorial		Semestral				Obrigatória /

Optimization	M	/Semester	168	TP: 56	6	Mandatory
(3 Items)						

Mapa II - Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional - 2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Actuarial Science, Statistics and Operations Research Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd and 4th Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Matemática e Aplicações – Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional / Dissertation	M	Anual / Annual	1176	OT: 56	42	Obrigatória / Mandatory
(1 Item)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/1.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

A14.4. Curricular year/semester/trimester:*1st Year/1st Semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Unidade Curricular do Bloco A1 / Curricular Unit from Set A1	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco B1 / Curricular Unit from Set B1	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C1 / Curricular Unit from Set C1	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C1 / Curricular Unit from Set C1	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C1 ou de MMA/DI / Curricular Unit from Set C1 or from MMA/DI	M/I	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/1.º semestre – Bloco A1**A14.1. Ciclo de Estudos:***Matemática e Aplicações***A14.1. Study programme:***Mathematics and Applications***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Álgebra, Lógica e Computação***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Algebra, Logics and Computation Profile***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano/1.º semestre – Bloco A1***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year/1st Semester – Set A1***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Geral I / General Algebra I	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Introdução à Álgebra / Introduction to Algebra	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/1.º semestre – Bloco B1

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Bloco B1

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Set B1

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Computabilidade e Complexidade / Computability and Complexity	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Lógica / Logic	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/1.º semestre – Bloco C1

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Bloco C1

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Set C1

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matricial I / Matrix Analysis I	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Combinatória / Combinatorics	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Computabilidade e Complexidade / Computability and Complexity	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Introdução à Teoria de Matróides / Introduction to Matroid Theory	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Lógica / Logic	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Reticulados Distributivos / Distributive Lattices	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Semigrupos, Autómatos e Linguagens / Semigroups, Automata and Languages	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(7 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/2.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Unidade Curricular do Bloco A2 / Curricular Unit from Set A2	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco B2 / Curricular Unit from Set B2	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C2 / Curricular Unit from Set C2	M	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C2 ou MMA/DI / Curricular Unit from Set C2 or from MMA/DI	M/I	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C2 ou Unidade Curricular				depende da UC		

do Bloco Livre / Curricular Unit from Set C2 or Unrestricted Elective	M/QAC	Semestral /Semester	165	escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/2.º semestre – Bloco A2

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Bloco A2

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester – Set A2

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Geral II / General Algebra II	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Álgebra Universal e Reticulados / Universal Algebra and Lattices	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/2.º semestre – Bloco B2

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Bloco B2

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester – Set B2

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Teoria Algébrica dos Autómatos / Algebraic Theory of Automata	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Tópicos de Lógica e Complexidade / Topics of Logic and Complexity	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II – Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 1.º Ano/2.º semestre – Bloco C2

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Bloco C2

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester – Set C2

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Geral II / General Algebra II	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Álgebra Universal e Reticulados / Universal Algebra and Lattices	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Análise Matricial II / Matrix Analysis II	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Criptografia / Cryptography	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Introdução à Geometria Algébrica e Aplicações / Introduction to Algebraic Geometry and Applications	M	Semestral /Semester	168	T:42; PL:28	6	Optativa / Optional
Geometria Diferencial / Differential Geometry	M	Semestral /Semester	168	T:42; PL:28	6	Optativa / Optional

Introdução à Teoria dos Números / Introduction to Number Theory	M	Semestral /Semester	168	TP:70	6	Optativa / Optional
Introdução à Teoria dos Grafos / Introduction to Graph Theory	M	Semestral /Semester	168	TP:70	6	Optativa / Optional
Teoria Algébrica dos Autómatos / Algebraic Theory of Automata	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Teoria de Correção de Erros / Theory of Error Correction	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Tópicos de Lógica e Complexidade / Topics of Logic and Complexity	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Topologia e Homotopia / Topology and Homotopy	M	Semestral /Semester	168	T:42; PL:28	6	Optativa / Optional
(12 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 2.º Ano/3.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano/3.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year/3rd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário de Álgebra, Lógica e Computação / Algebra, Logic and Computation Seminar	M	Semestral /Semester	80	S:28	3	Obrigatória / Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral /Semester	80	TP:45	3	Obrigatória / Mandatory
Unidade Curricular do Bloco C3 / Curricular Unit from Set C3	M	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco C3 ou Unidade Curricular do Bloco Livre B / Curricular Unit from Set C3 or Unrestricted Elective B	WQAC	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(4 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 2.º Ano/3.º semestre – Bloco C3

A14.1. Ciclo de Estudos:

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º semestre – Bloco C3

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd Semester – Set C3

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Geral I / General Algebra I	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Álgebra Multilinear / Multilinear Algebra	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Geometria Algébrica / Algebraic Geometry	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Introdução à Topologia Algébrica / Introduction to Algebraic Topology	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Reticulados Distributivos / Distributive Lattices	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Sistemas de Reescrita / Rewriting Systems	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Tópicos de Semigrupos / Topics of Semigroups	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Tópicos de Lógica Matemática / Topics of Mathematical Logic	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
Variedades Diferenciais / Differential Manifolds	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(9 Items)						

Mapa II - Ramo Álgebra, Lógica e Computação - 2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Álgebra, Lógica e Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Algebra, Logics and Computation Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd and 4th Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Matemática e Aplicações – Ramo Álgebra, Lógica e Computação / Dissertation (1 Item)	M	Anual / Annual	1176	OT: 56	42	Obrigatória / Mandatory

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 1.º Ano/1.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Funcional / Functional Analysis	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos / Differential Equations and Dynamical Systems	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Teoria da Medida / Measure Theory	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I / Option I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
				depende da UC		

Unidade Curricular do Bloco Livre / Unrestricted Elective	QAC	Semestral /Semester	168	escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Option I Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Complementos de Análise Numérica / Complements of Numerical Analysis	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Teoria das Distribuições / Theory of Distributions	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 1.º Ano/2.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Equações com Derivadas Parciais I / Partial Differential Equations I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Análise Numérica das EDP I / Numerical Analysis of Partial Differential Equations I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Equações Diferenciais Estocásticas / Stochastic Differential Equations	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Seminário Análise Numérica e Equações Diferenciais / Numerical Analysis and Differential Equations Seminar	M	Semestral /Semester	80	S: 28	3	Obrigatória / Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral /Semester	80	TP: 45	3	Obrigatória / Mandatory
Opção II / Option II	M	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções II

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções II

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções II 1st Year/2nd Semester – Option II Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Controlo Ótimo / Optimal Control	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Dinâmica Populacional I / Population		Semestral				Optativa /

Dynamics I	M	/Semester	80	TP: 28	3	Optional
Modelos Matemáticos em Epidemiologia / Mathematical Models in Epidemiology	M	Semestral /Semester	80	TP: 28	3	Optativa / Optional
Unidade Curricular dos restantes ramos / Curricular Unit from other profiles	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(4 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 2.º Ano/3.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano/3.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year/3rd semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção III / Option III	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Opção IV / Option IV	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Opção V / Option V	M / F / CMt	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(3 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 2.º Ano/3.º semestre – Grupo de Opções III e IV

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º semestre – Grupo de Opções III e IV

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd semester – Options III and IV Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Equações com Derivadas Parciais II / Partial Differential Equations II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Análise Numérica das EDP II / Numerical Analysis of Partial Differential Equations II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Dinâmica Populacional II / Population Dynamics II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Representação Estocástica de Soluções de Equações Com Derivadas Parciais / Stochastic Representation of Solutions of Partial Differential Equations	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(4 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 2.º Ano/3.º semestre – Grupo de Opções V

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º semestre – Grupo de Opções V

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd semester – Option V Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Complementos de Análise Numérica / Complements of Numerical Analysis	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional

Teoria das Distribuições / Theory of Distributions	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Equações com Derivadas Parciais II / Partial Differential Equations II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Análise Numérica das EDP II / Numerical Analysis of Partial Differential Equations II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Dinâmica Populacional II / Population Dynamics II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Representação Estocástica de Soluções de Equações Com Derivadas Parciais / Stochastic Representation of Solutions of Partial Differential Equations	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II	CMt	Semestral /Semester	168	TP: 28; PL: 42; OT: 6	6	Optativa / Optional
Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves	F	Semestral /Semester	168	T: 28; TP:28	6	Optativa / Optional
Unidade curricular dos restantes ramos / Curricular Unit from other profiles	M	Semestral /Semester	168	TP:56	6	Optativa / Optional
(9 Items)						

Mapa II - Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais - 2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Numerical Analysis and Differential Equations Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year/3rd and 4th Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Matemática e Aplicações – Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais / Dissertation	M	Anual / Annual	1176	OT: 56	42	Obrigatória / Mandatory
(1 Item)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/1.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática Financeira I / Financial Mathematics I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I – Informática / Option I	I	Semestral /Semester	168	TP: 24; PL: 24	6	Optativa / Optional
Opção II / Option II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Opção III / Option III	M/ EG	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Opção IV ou Unidade Curricular do Bloco Livre / Option IV or Unrestricted Elective	MQAC	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I – Informática

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções I – Informática

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Introdução à Programação / Introduction to Programming	I	Semestral /Semester	168	TP: 24; PL:24	6	Optativa / Optional
Bases de Dados / Databases	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Optativa / Optional
Algoritmos e Estruturas de Dados / Algorithms and Data Structures	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:24	6	Optativa / Optional
(3 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções II**A14.1. Ciclo de Estudos:***Matemática e Aplicações***A14.1. Study programme:***Mathematics and Applications***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Matemática Financeira***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Financial Mathematics Profile***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções II***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year/1st Semester – Option II Group***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Funcional / Functional Analysis	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Otimização Estocástica e Aplicações / Stochastic Optimization and Applications	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções III**A14.1. Ciclo de Estudos:***Matemática e Aplicações***A14.1. Study programme:***Mathematics and Applications*

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções III

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Option III Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Teoria da Medida / Measure Theory	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Macroeconomia e Globalização / Macroeconomics and Globalization	EG	Semestral /Semester	84	TP: 42	3	Optativa / Optional
Microeconomia / Microeconomics	EG	Semestral /Semester	84	TP: 42	3	Optativa / Optional
(3 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções IV

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/1.º semestre – Grupo de Opções IV

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/1st Semester – Option IV Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)

Estatística Numérica e Computacional / Computational Numerical Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Inferência e Modelação Estatística / Statistical Modeling and Inference	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
(2 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/2.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º Ano/2.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

1st Year/2nd Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Equações Diferenciais Estocásticas / Stochastic Differential Equations	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Matemática Financeira II / Financial Mathematics II	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Equações com Derivadas Parciais I / Partial Differential Equations I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Análise Numérica das EDP I / Numerical Analysis of Partial Differential Equations I	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Opção V ou Unidade Curricular do Bloco Livre / Option V or Unrestricted Elective	M/QAC	Semestral /Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Obrigatória / Mandatory
(5 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções V

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:

Mathematics and Applications

A14.2. Grau:

Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1.º Ano/2.º semestre – Grupo de Opções V

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester – Option V Group

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Economia Matemática / Mathematical Economics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Optativa / Optional
Otimização Não Linear / Non Linear Optimization	M	Semestral /Semester	80	TP: 28	3	Optativa / Optional
Controlo Ótimo / Optimal Control	M	Semestral /Semester	80	TP: 28	3	Optativa / Optional
Programação Orientada pelos Objetos B / Object-Oriented Programming B	I	Semestral /Semester	168	TP: 42; PL:26	6	Optativa / Optional
Algoritmos para Problemas Difíceis / Algorithms for Hard Problems	I	Semestral /Semester	168	TP: 28; PL:26	6	Optativa / Optional
Aprendizagem Automática e Data Mining / Machine Learning and Data Mining	I	Semestral /Semester	168	TP: 28; PL:28	6	Optativa / Optional
(6 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 2.º Ano/3.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão do Risco em Atuariado Não Vida / Risk Management in Non-Life Insurance	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Estatística Econométrica e Financeira / Econometric and Financial Statistics	M	Semestral /Semester	168	TP: 56	6	Obrigatória / Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral /Semester	80	TP: 45	3	Obrigatória / Mandatory
Seminário em Matemática Financeira / Financial Mathematics Seminar	M	Semestral /Semester	80	S: 28	3	Obrigatória / Mandatory
(4 Items)						

Mapa II - Ramo Matemática Financeira - 2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática e Aplicações

A14.1. Study programme:
Mathematics and Applications

A14.2. Grau:
Mestre

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Ramo Matemática Financeira

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Financial Mathematics Profile

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2.º Ano/3.º e 4.º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year/3rd and 4th Semester

A14.5. Plano de estudos / Study plan						
Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Matemática e Aplicações – Ramo Matemática Financeira / Dissertation	M	Anual / Annual	1176	OT: 56	42	Obrigatória / Mandatory
(1 Item)						

Perguntas A15 a A16

A15. Regime de funcionamento:
Diurno

A15.1. Se outro, especifique:
<sem resposta>

A15.1. If other, specify:
<no answer>

A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respectiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)
Maria Luísa Martins Macedo de Faria Mascarenhas

A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

A17.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço

Mapa III - Protocolos de Cooperação

Mapa III

A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes

A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)

Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.

<sem resposta>

A17.3. Recursos próprios da instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

A17.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.

<sem resposta>

A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.

<no answer>

A17.4. Orientadores cooperantes

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB).

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.

<sem resposta>

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclos de estudos de formação de professores).

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study cycles)				
Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional / Professional Qualifications	Nº de anos de serviço / No of working years

<sem resposta>

Pergunta A18 e A19

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

A19. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

[A19_Reg_Cred_Comp_DRn7_10_01_2013.pdf](#)

A20. Observações:

O Mestrado em Matemática e Aplicações (MMA) está organizado em quatro ramos de especialização: Actuariado, Estatística e Investigação Operacional (AEIO); Álgebra, Lógica e Computação (ALC); Análise Numérica e Equações Diferenciais (ANED); e Matemática Financeira (MF). No final do curso os estudantes estão aptos para integrar o mercado de trabalho (empresas e laboratórios científicos), assim como para o desenvolvimento de atividades de I&D e prossecução de estudos (doutoramento). Todos os ramos possuem um núcleo de disciplinas obrigatórias e diversas disciplinas de opcionais (dentro da área do ramos, inter-ramos e/ou de outras áreas de estudo, como a Informática ou a Física), que capacitam os estudantes da formação base necessária e simultaneamente lhes permitem uma diferenciação adaptada aos seus interesses pessoais. O ramo ALC, formalmente, quase não possui disciplinas obrigatórias; uma formação base sólida é assegurada através de escolhas condicionadas, permitindo deste modo, por opção do estudante, uma especialização mais acentuada numa das componentes do ramo. O plano curricular do MMA reflete também a sua conformidade com o Perfil Curricular da FCT.

A20. Observations:

The Master in Mathematics and Applications (MMA) is organized into four areas of specialization: Actuarial, Statistics and Operational Research (ASOR), Algebra, Logic and Computation (ALC); Numerical Analysis and Differential Equations (NADE); and Financial Mathematics (FM). At the end of the program students are able to integrate the labor market (companies and scientific laboratories), as well as for the development of scientific research activities and pursuing studies (PhD). All profiles have a core of mandatory courses and many optional courses (within the profile, inter-profiles and/or other areas of study, such as Computer Science or Physics) that empower the students with the required basic training/academic background and simultaneously allow them to differentiate according to their personal interests. The ALC profile, formally, almost has no mandatory courses: a solid base training is ensured through conditional choices, which allows, by student's choice, a more pronounced specialization in some of the components of the profile. The MMA's curriculum also is consistent with FCT's Curricular Profile.

A21. Participação de um estudante na comissão de avaliação externa

A Instituição põe objecções à participação de um estudante na comissão de avaliação externa?

Não

1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O Mestrado em Matemática e Aplicações (MMA) tem como objectivo fornecer uma sólida formação científica, permitindo a criação de profissionais capazes de abordar as fronteiras da investigação científica em Matemática Aplicada com elevado nível de interdisciplinaridade e de aplicar, em autonomia, as mais recentes técnicas à resolução de problemas concretos, provenientes de empresas ou de laboratórios científicos. As áreas de especialização do MMA compreendem os seguintes quatro ramos: Actuariado, Estatística e Investigação Operacional; Álgebra, Lógica e Computação; Análise Numérica e Equações Diferenciais; e Matemática Financeira. O MMA tem ainda, como propósito, criar dentro da FCT-UNL uma forte interação entre o Departamento de Matemática e os restantes departamentos, bem como alargar essa cooperação científica a outros departamentos nacionais e internacionais.

1.1. study programme's generic objectives.

The Master in Mathematics and Applications (MMA) aims to provide a solid scientific background, allowing the training of professionals capable of starting scientific research in Applied Mathematics with a high level of interdisciplinary and of applying, in autonomy, the latest resolution techniques of concrete problems, both from companies or scientific laboratories. The areas of specialization of MMA comprise the following four profiles: Actuarial Sciences, Statistics and Operation Research; Algebra, Logic and Computation; Numerical Analysis and Differential Equations; and Financial Mathematics. The MMA also has as purpose to create within the FCT-UNL strong interaction between the Mathematics Department and other departments, as well as extending this scientific cooperation with other national and international departments.

1.2. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição.

A FCT-UNL é uma instituição de ensino superior universitário dirigida às áreas de Ciência e de 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 afectam 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.

O Mestrado em Matemática e Aplicações (MMA) é constituído pelos seguintes ramos de especialização: Actuariado, Estatística e Investigação Operacional (AEIO); Álgebra, Lógica e Computação (ALC); Análise Numérica e Equações Diferenciais (ANED); Matemática Financeira (MF). O ramo AEIO constitui uma referência antiga da FCT-UNL. Muito solicitada, não só pelo seu interesse científico, como também pela exigência do mercado de trabalho, em bancos, seguradoras e outras empresas de diversas áreas. O ramo ALC corresponde a uma área muito actual e de grande relevância científica, pela sua ligação à Informática e ao desenvolvimento da Computação. O ramo ANED, muito ligado à Ciência e à Engenharia, apresenta, para além da investigação científica, saídas profissionais em laboratórios onde é necessário modelar e resolver numericamente diversos problemas. No ramo MF os alunos poderão encontrar uma formação científica sólida em matérias que permitem o apreçamento e a gestão do risco de produtos financeiros a par da resolução de problemas em casos práticos que lhes serão trazidos por profissionais da indústria. O MMA proporciona uma preparação profunda e adequada, simultaneamente orientada para a investigação científica, com a prossecução de estudos através dos terceiros ciclos oferecidos pela FCT-UNL ou por outras instituições nacionais ou internacionais, e para o mercado de trabalho.

1.2. Coherence of the study programme's objectives and the institution's mission and strategy.

The FCT-UNL 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 relevant to the society problems;

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 Master in Mathematics and Applications (MMA) offers four specialization areas (Profiles): Actuarial Sciences, Statistics and Operation Research (ASOR); Algebra, Logic and Computation (ALC); Numerical Analysis and Differential Equations (NADE); Financial Mathematics (FM). ASOR is a traditional area in the FCT-UNL and is quite sought after by banks, insurance companies and other institutions. ALC specialization has emerged over the past few decades as a deep and fundamental scientific discipline and poised to have considerable impact on current issues in the development of systems and software, network and communications infrastructure. The Master's program in the NADE area aims to introduce the mathematical concepts required in modeling and to develop accurate numerical methods. It trains students who are likely to seek a career in higher education and research or intending to work in industrial research units or service companies in the scientific calculation sector. In the MF profile, students can find a solid scientific background in areas that allow the pricing and risk management of financial products along with the resolution of problems in practical cases will be brought to them by industry professionals.

The MMA provides adequate and deep preparation, both oriented for scientific research, with pursuing studies through third cycles of university education offered by FCT-UNL or other national or international institutions, and the labor market.

1.3. Meios de divulgação dos objectivos aos docentes e aos estudantes envolvidos no ciclo de estudos.

A definição do curso, nomeadamente os seus objectivos, envolveu a participação de todos os docentes do Departamento de Matemática e dos restantes Departamentos que participam na oferta de unidades curriculares. Muitos destes mesmos docentes têm assegurado a leccionação das UC. Informação actualizada e detalhada sobre cada UC é mantida no sistema de gestão académica (CLIP) e disponibilizada aos alunos na altura das suas inscrições assim como no seu dia-a-dia. Informação sobre a organização do curso encontra-se também disponível na Internet, nos sítios oficiais da UNL, da FCT-UNL e do Departamento de Matemática.

A comunicação com os docentes é sobretudo assegurada pela Comissão Científica do curso que usa reuniões presenciais e meios electrónicos para comunicar com os docentes. O sistema CLIP tem uma interface flexível de envio de mensagens aos estudantes que permite seleccionar os destinatários segundo vários critérios.

1.3. Means by which the students and teachers involved in the study programme are informed of its objectives.

The definition of the program, including its objectives, involved the participation of all the teaching staff of the Department of Mathematics and of other departments contributing to the program. Many of these colleagues are still ensuring the teaching of the corresponding courses.

Updated and detailed information about each course is maintained in the FCT academic management system (CLIP) and is made available to students. Part of the information is available even if the students are not enrolled. Information on the organization of the program and courses is also available on-line in official websites.

The Program's Scientific Committee uses all types of means (meetings, email, etc) to communicate with the teaching staff. The CLIP system has a flexible interface for sending messages to students, which allows the selection of receivers according to various criteria.

2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

2.1 Organização Interna

2.1.1. Descrição da estrutura organizacional responsável pelo ciclo de estudo, incluindo a sua aprovação, a revisão e actualização dos conteúdos programáticos e a distribuição do serviço docente.

Estrutura segundo os estatutos da UNL e FCT:

- Reitor, depois de ouvido o Colégio de Diretores, aprova o ciclo de estudos (CE)
- Conselho Científico da FCT pronuncia-se sobre a criação (ou revisão) do CE, plano de estudos e sobre as propostas de nomeação do Coordenador e Comissão Científica do curso; delibera sobre a distribuição do serviço docente (DSD);
- Conselho Pedagógico da FCT pronuncia-se sobre a criação do CE e plano de estudos; define orientações pedagógicas (e.g. métodos de ensino e de avaliação); promove inquéritos para avaliar o curso;
- Presidente do Departamento, ouvido o Conselho do Departamento, propõe criação (ou revisão) do CE e respetivos Coordenador e Comissão Científica; elabora a proposta de DSD;
- Coordenador do CE, coadjuvado pelas Comissões Científica e Pedagógica: funções de direção e coordenação global do curso (e.g. propostas de alteração do plano de estudos, coordenação e atualização dos conteúdos programáticos, coordenação das avaliações dos estudantes).

2.1.1. Description of the organisational structure responsible for the study programme, including its approval, the syllabus revision and updating, and the allocation of academic service.

Structures (UNL and FCT statutes)

- The Rector, after hearing the Council of Deans, approves the study cycle (SC);
- Scientific Council of FCT issues pronouncements on the creation (or review) of the SC and corresponding plan, and on the proposal for appointment of the Coordinator and the Scientific Committee of the SC; approves allocation of academic service (DSD);
- Pedagogical Council of FCT issues pronouncement on the creation of the SC and the syllabus; sets pedagogical guidelines (e.g. teaching methods and students evaluation); promotes evaluation surveys;
- Head of Department, having heard the Department Council: proposes the creation of SC and the respective Coordinator and Scientific Committee; elaborates the DSD proposal; analyses proposals of SC reviews;
- SC Coordinator, assisted by Scientific and Pedagogical Committees: overall coordination of SC (e.g. regular monitoring, coordination/updating of modules, coordination of students evaluation, periodical review of SC).

2.1.2. Forma de assegurar a participação activa de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afectam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade.

- Participação dos docentes (genérico): assegurada através da sua representação nos Conselhos Científico e Pedagógico da FCT, no Conselho de Departamento, nas Comissões Científica e Pedagógica dos Ciclos de Estudos, na Comissão da Qualidade do Ensino da FCT (CQE-FCT) e no Conselho da Qualidade do Ensino da UNL (CQE-UNL).
- Participação específica dos docentes: realização, no final de cada semestre, de inquéritos aos docentes que lecionaram unidades curriculares (UC) para avaliar a sua perceção sobre o respetivo funcionamento; elaboração de um relatório semestral de cada UC pelos respetivos Regente e Responsável.
- Participação dos estudantes: assegurada através da sua representação no Conselho Pedagógico da FCT, na Comissão Pedagógica do curso, na CQE-FCT e no CQE-UNL. Para além disso, são feitos inquéritos aos estudantes para avaliar a sua perceção sobre o funcionamento das UC, sobre o desempenho dos docentes nas diversas UC e sobre a sua satisfação global com o curso e a Faculdade.

2.1.2. Means to ensure the active participation of academic staff and students in decision-making processes that have an influence on the teaching/learning process, including its quality.

- Participation of academic staff (general): ensured by their representation in the Scientific and Pedagogical Councils, in the Department Council, in the Scientific and Pedagogical Committees of SC, in the FCT Teaching Quality Committee and in the UNL Teaching Quality Council.
- Specific involvement of academic staff: participation in surveys that assess their perception on the functioning of the modules they taught and on their satisfaction with the working conditions; preparation of an evaluation report for each module by the staff responsible for it.
- Participation of students: ensured through their representation in the Pedagogical Council, in the Pedagogical Committee of the study cycle, in the FCT Teaching Quality Committee and in the UNL Teaching Quality Council. In addition, participation in surveys to assess their perception about the modules and the performance of the lecturers, and in surveys aimed at assessing their overall satisfaction with the study cycle and the School.

2.2. Garantia da Qualidade

2.2.1. Estruturas e mecanismos de garantia da qualidade para o ciclo de estudos.

Estruturas

- UNL: Conselho da Qualidade do Ensino; Gabinete de Apoio à Qualidade do Ensino

- Faculdade (FCT): Comissão da Qualidade do Ensino, Responsável pela Garantia da Qualidade do Ensino (RGQE), Unidade de Gestão da Qualidade (UGQ), Conselho de Departamento, Comissões Científica e Pedagógica do Ciclo de Estudos.

Principais mecanismos:

- Inquéritos aos estudantes sobre Unidades Curriculares (UC), curso e FCT; inquéritos aos docentes sobre UC e FCT;

- Relatório elaborado pelo Regente de cada UC e validado pelo Responsável pela UC (posteriormente analisado pelo Coordenador do curso, coadjuvado pelas Comissões Científica e Pedagógica, pelo Presidente do Departamento responsável pelo curso e pela UC e pelo RGQE);

- Relatório de monitorização anual do curso elaborado pelo Coordenador do mesmo, coadjuvado pelas Comissões Científica e Pedagógica (a partir de 2013/14);

- Relatório anual (todos os cursos da FCT) elaborado pelo RGQE (1ª vez em 2013).

2.2.1. Quality assurance structures and mechanisms for the study programme.

Structures:

- UNL: Teaching Quality Council and Teaching Quality Office

- FCT: Teaching Quality Council, Responsible for Teaching Quality (RGQE), Quality Management Unit (UGQ), Department Council, Scientific and Pedagogical Committees of study cycle

Main mechanisms:

- Students surveys to assess modules, lecturers, study cycle and FCT; academic staff surveys to assess modules functioning and working conditions;

- Report prepared by each module Regent and validated by the respective Responsible (afterwards analyzed by the Coordinator, assisted by the Scientific and Pedagogical Committees, by the Head of Department responsible for the study cycle and for the module, and by the RGQE);

- Annual monitoring report of the study cycle prepared by the Coordinator, assisted by the Scientific and Pedagogical Committees (starting in 2013/14);

- Annual Report (all FCT study programmes) prepared by RGQE (1st time in 2013).

2.2.2. Indicação do responsável pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade e sua função na instituição.

Sendo um processo transversal a toda a instituição, são vários os responsáveis pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade do Ensino:

- A nível da UNL:

Pró-Reitora, Professora Doutora Amália Botelho – Responsável pela Qualidade do Ensino dos 1º e 2º ciclos de estudos e Mestrados Integrados da UNL;

Conselho da Qualidade do Ensino da UNL, presidido por Sir William Wakeham – tem por missão assegurar o funcionamento do Sistema de Garantia da Qualidade do Ensino da Universidade.

- Na FCT:

Subdiretor Professor Jorge Lampreia – Responsável pela Garantia da Qualidade do Ensino

Comissão da Qualidade do Ensino, presidida por um membro externo, Professor Carlos Costa - tem por missão assegurar o funcionamento do Sistema de Gestão da Qualidade do Ensino da FCT.

Coordenador do ciclo de estudos.

2.2.2. Responsible person for the quality assurance mechanisms and position in the institution.

Being a transverse process across the whole institution, there are several academics responsible for the implementation of quality assurance mechanisms:

- At UNL:

Pró-Reitora, Professora Doutora Amália Botelho– responsible for the quality of the teaching of 1st and 2nd study cycles of the UNL;

UNL Teaching Quality Council, chaired by Sir William Wakeham, which ensures the operation of the teaching quality assurance system across the university.

FCT:

Vice-Dean Professor Jorge Lampreia – Responsible for the quality of teaching

Teaching Quality Committee, chaired by an external member, Professor Carlos Costa, which ensures the operation of the teaching quality management system across the School.

Coordinator of the study cycle.

2.2.3. Procedimentos para a recolha de informação, acompanhamento e avaliação periódica do ciclo de estudos.

A Gestão da Qualidade do Ensino assenta na auscultação periódica aos estudantes e docentes através de questionários elaborados especificamente para aferir, no primeiro caso, a satisfação com as unidades curriculares (UC), com o curso e com a FCT e, no segundo caso, com as UC lecionadas e com a FCT. O sistema de gestão académica (CLIP) suporta a recolha e divulgação de informação. O CLIP disponibiliza também outros dados e indicadores necessários para a elaboração dos relatórios de avaliação das UC, o que é feito online pelos vários intervenientes.

Após recolha de toda a informação, caberá ao Coordenador do Ciclo de Estudos elaborar o relatório anual de monitorização do curso (a partir de 2013/14) e, periodicamente, preparar o relatório de autoavaliação do mesmo.

Um vetor importante na avaliação do ciclo de estudos é a opinião dos diplomados que é recolhida periodicamente a nível do OBIP-Observatório da Inserção Profissional dos Diplomados da UNL.

2.2.3. Procedures for the collection of information, monitoring and periodic assessment of the study programme.
The teaching quality management is based on periodic auscultation to students and academic staff through questionnaires designed specifically to assess their satisfaction. Students have to evaluate modules, lecturers, study cycle and FCT while staff evaluates modules operation and FCT. The academic management system (CLIP) supports the information collection and dissemination. CLIP also provides other data and indicators for the preparation of evaluation reports of modules, which is carried out online by the various players.
After collecting all the information, the programme Coordinator will prepare the annual monitoring report of the study cycle (starting in 2012/13) and, periodically, the self-evaluation report.
One important issue for the periodical assessment of the study cycle is the graduates opinion, which is periodically assessed by OBIP – Professional Insertion Observatory of UNL Graduates.

2.2.4. Ligação facultativa para o Manual da Qualidade
<sem resposta>

2.2.5. Discussão e utilização dos resultados das avaliações do ciclo de estudos na definição de acções de melhoria.
A Qualidade do Ensino da FCT prevê que, quer no relatório de avaliação semestral de cada unidade curricular quer no relatório de monitorização anual de cada ciclo de estudos, sejam definidas ações destinadas a melhorar aspetos críticos que tenham sido detetados. No ciclo seguinte de avaliação/monitorização tem de se verificar se as ações foram implementadas e analisar quais foram os resultados. Independentemente desta periodicidade, compete ao Coordenador do curso detetar e propor ações corretivas sempre que se verifique algum aspeto menos positivo durante o funcionamento (anual) do ciclo de estudos.
A Comissão da Qualidade do Ensino da FCT procede à discussão global e avaliação de resultados, assim como à análise das ações de melhoria.

2.2.5. Discussion and use of study programme’s evaluation results to define improvement actions.
The Quality of Teaching at FCT implies that, both in the evaluation report of each course/module and in the annual monitoring report of each study programme, corrective/improvement actions are defined to improve critical aspects that might be detected. In the next cycle of evaluation/monitoring it has to be verified if the actions were implemented and the corresponding results have to be analyzed. Regardless of these periodical assessments, the programme Coordinator should propose and/or implement corrective actions whenever a less positive aspect is detected during the (annual) operation of the study cycle.
The FCT Teaching Quality Committee has to analyze and evaluate the global results as well as the improvement actions.

2.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.
Acreditado em 2010 pela Agência.

2.2.6. Other forms of assessment/accreditation in the last 5 years.
Accredited in 2010 by the Agency.

3. Recursos Materiais e Parcerias

3.1 Recursos materiais

3.1.1 Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).

Mapa VI. Instalações físicas / Mapa V. Spaces	
Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m 2)
Salas de aula (gerais) / Classrooms (general)	3806
Anfiteatros (gerais) / Auditoriums (general)	1912
Salas de estudo (gerais) / Study rooms (general)	2019
Salas de estudo com computadores (gerais) / Study rooms with computers (general)	666
Gabinetes de estudo individual / Individual Study Rooms	120
Gabinetes de estudo em grupo / Group Study Rooms	80
Biblioteca (1 sala de leitura informal, 1 sala de exposições, 1 auditório, 550 lugares de leitura) / Library (1 informal reading room, exhibition hall 1, auditorium 1, 550 seats of reading)	6500
Reprografia / Reprographics	186
Sala de estudo com computadores (específica para o curso) / Specific Study room with computers for this programme	63

Sala de estudo (específica para o curso) / Specific study room for this programme	42
Laboratórios de computadores (específicos) / Specific teaching laboratories for this study programme	234

3.1.2 Principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

Mapa VII. Equipamentos e materiais / Map VII. Equipments and materials	
Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Data show equipment	5
Projectors	5
Fax	1
Computers for students (w ith internet access)	58
Computers for academic staff (w ith internet access)	75
Computers for administrative and technical staff (w ith internet access)	4
Computers (servers) (w ith internet access)	4
Digital projecting board	1
Printers	19
Portable computers	12
Digital Scanners	1
Paper Shredder	2
Photocopy Machine	4

3.2 Parcerias

3.2.1 Eventuais parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

Foram estabelecidos acordos de intercâmbio, no âmbito do Programa Socrates/Erasmus, com as seguintes universidades:
Technische Universität Darmstadt (Alemanha);
Technische Universität Berlin (Alemanha);
Universitat Autònoma de Barcelona (Espanha);
Université D'Evry Val D'Essonne (França);
Technische Universiteit Delft (Holanda);
Georg-August-Universität Göttingen (Alemanha);
Dokuz Eylül Üniversitesi (Turquia);
Mimar Sinai Güzel Sanatlar Üniversitesi (Turquia);
Universidad Complutense de Madrid (Espanha).

3.2.1 International partnerships within the study programme.

Exchange agreements were established, within the Socrates/Erasmus Programme, with several universities:
Technische Universität Darmstadt (Germany);
Technische Universität Berlin (Germany);
Universitat Autònoma de Barcelona (Spain);
Université d'Evry Val d'Essonne (France);
Technische Universiteit Delft (Netherlands);
Georg-August-Universität Göttingen (Germany);
Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey);
Mimar Sinai Güzel Sanatlar Üniversitesi (Turkey);
Universidad Complutense de Madrid (Spain).

3.2.2 Colaborações com outros ciclos de estudos, bem como com outras instituições de ensino superior nacionais.

No âmbito do Perfil Curricular da FCT-UNL, algumas UC do Mestrado são oferecidas como "Unidade Curricular do Bloco Livre" (Área Científica QAC - Qualquer Área Científica) para escolha dos estudantes de outros cursos da FCT. Algumas UC têm também sido incluídas como disciplinas opcionais dos cursos LEI e MEI da FCT-UNL.

3.2.2 Collaboration with other study programmes of the same or other institutions of the national higher education system.

Within the FCT-UNL's Curricular profile, some courses of the program are integrated into the list of Scientific Area QAC (Any Scientific Area) in order to be chosen by students of other programs of FCT. Some courses have also been included as optional courses in the programs LEI and MEI of FCT-UNL.

3.2.3 Procedimentos definidos para promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos.

Os estudantes são encorajados a participar no programa Erasmus, tendo a FCT-UNL um gabinete na Divisão Académica que centraliza e dinamiza o programa Erasmus; esse gabinete promove as candidaturas, dinamiza a afectação de estudantes candidatos às vagas existentes e trata da documentação necessária. No Departamento de Matemática existe um coordenador Erasmus para todos os cursos.

3.2.3 Procedures to promote inter-institutional cooperation within the study programme.

Students are encouraged to participate in the Erasmus Programme and the FCT/UNL Academic Division has an office that promotes applications, streamlines the allocation of students applying to vacancies and handles the necessary documentation. The Mathematics Department has a general Erasmus coordinator, for all programs.

3.2.4 Práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

São promovidos contactos com diversas empresas que podem contratar graduados do Mestrado. Nos dois últimos anos foram recrutados estagiários pelas seguintes empresas da área da banca e seguros: EQUIFAX, BIG Banco de Investimento Global, VICTORIA Seguros, AÇOREANA Seguros Grupo BANIF, ACTUARIAL - Consultadoria Lda, Banco ATLÂNTICO EUROPA, EUROVIDA SEGUROS, FIDELIDADE, KPMG, ERNST & YOUNG, i2S.

3.2.4 Relationship of the study programme with business network and the public sector.

There are contacts with various companies that may hire graduates of the Master. During the last two years were recruited trainees for the following companies in the area of banking and insurance: EQUIFAX, BIG Banco de Investimento Global, VICTORIA Seguros, AÇOREANA Seguros Grupo BANIF, ACTUARIAL - Consultadoria Lda, Banco ATLÂNTICO EUROPA, EUROVIDA SEGUROS, FIDELIDADE, KPMG, ERNST & YOUNG, i2S.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Rui Manuel Rodrigues Cardoso

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

Rui Manuel Rodrigues Cardoso

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Marta Cristina Vieira Faias Mateus

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

Marta Cristina Vieira Faias Mateus

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Manuel Leote Tavares Inglês Esquível

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Manuel Leote Tavares Inglês Esquível

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ruy Araújo da Costa

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ruy Araújo da Costa

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Artur Miguel de Andrade Vieira Dias

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

Artur Miguel de Andrade Vieira Dias

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Carmen Pires Morgado

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

Carmen Pires Morgado

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Joaquim Francisco Ferreira da Silva

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

Joaquim Francisco Ferreira da Silva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Nuno Miguel Cavalheiro Marques

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

Nuno Miguel Cavalheiro Marques

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Luís Manuel Marques da Costa Caires

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

Luís Manuel Marques da Costa Caires

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Júlio Alves Alferes

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

José Júlio Alves Alferes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Francisco de Moura e Castro Ascensão de Azevedo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Francisco de Moura e Castro Ascensão de Azevedo

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Adriano Martins Lopes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Adriano Martins Lopes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Fernanda Maria Barquinha Tavares Vieira Barbosa

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Fernanda Maria Barquinha Tavares Vieira Barbosa

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria de Lourdes Belchior Afonso

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria de Lourdes Belchior Afonso

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Filipe José Gonçalves Pereira Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Filipe José Gonçalves Pereira Marques

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Virgílio António da Cruz Machado

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

Virgílio António da Cruz Machado

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Rogério Salema Araújo Puga Leal

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

Rogério Salema Araújo Puga Leal

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Fernanda Antonia Josefa Llussá

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

Fernanda Antonia Josefa Llussá

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3. Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita

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

Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3. Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ana Sofia Dinis Esteves

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

Ana Sofia Dinis Esteves

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3. Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Assistente convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

20

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro

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

Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Gracinda Rita Diogo Guerreiro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Gracinda Rita Diogo Guerreiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Carlos Manuel Agra Coelho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Carlos Manuel Agra Coelho

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Reinhard Josef Klaus Kahle

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Reinhard Josef Klaus Kahle

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Herberto de Jesus da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Herberto de Jesus da Silva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria do Rosário Silva Franco Fernandes

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

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Oleksiy Karlovych

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Oleksiy Karlovych

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Isabel Maria da Silva Cabral Inglês Esquível

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Isabel Maria da Silva Cabral Inglês Esquível

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Nadir Arada

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Nadir Arada

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Luís Manuel Trabucho de Campos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Manuel Trabucho de Campos

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Manuel Almeida Silva

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

Manuel Almeida Silva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha

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

Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub

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

Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Vitor Hugo Bento Dias Fernandes

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Luísa Martins Macedo de Faria Mascarenhas

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

Maria Luísa Martins Macedo de Faria Mascarenhas

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Filipe Serra de Oliveira

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

Filipe Serra de Oliveira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ana Margarida Fernandes Ribeiro

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

Ana Margarida Fernandes Ribeiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Rogério Ferreira Martins

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

Rogério Ferreira Martins

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques

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

Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Inês Jorge da Silva Sequeira

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

Inês Jorge da Silva Sequeira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço

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

Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ana Cristina Malheiro Casimiro

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

Ana Cristina Malheiro Casimiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - João Pedro Bizarro Cabral

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

João Pedro Bizarro Cabral

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Cecília Perdigão Dias da Silva

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

Maria Cecília Perdigão Dias da Silva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - João Nuno Gonçalves Faria Martins

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

João Nuno Gonçalves Faria Martins

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Pedro José dos Santos Palhinhas Mota

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

Pedro José dos Santos Palhinhas Mota

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Frederico Almeida Gíão Gonçalves Caeiro

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

Frederico Almeida Gíão Gonçalves Caeiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício Rodrigues

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

Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício Rodrigues

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Paula Alexandra da Costa Amaral Jorge

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

Paula Alexandra da Costa Amaral Jorge

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António José Mesquita da Cunha Machado Malheiro

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

António José Mesquita da Cunha Machado Malheiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes

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

Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Maria Teresa Varanda Cidade

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

Maria Teresa Varanda Cidade

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Jorge Manuel Seixas Boavida Ferreira

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

Jorge Manuel Seixas Boavida Ferreira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António Carlos Simões Paiva

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

António Carlos Simões Paiva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Pedro Manuel Corrêa Calvente Barahona

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Manuel Corrêa Calvente Barahona

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático após submissão do guião)

4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff				
Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Rui Manuel Rodrigues Cardoso	Doutor	Philosophy in Actuarial Mathematics and Statistics	100	Ficha submetida
Marta Cristina Vieira Faias Mateus	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Manuel Leote Tavares Inglês Esquível	Doutor	Matemática/Processos Estocásticos	100	Ficha submetida
Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Artur Miguel de Andrade Vieira Dias	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Carmen Pires Morgado	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Joaquim Francisco Ferreira da Silva	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Cavalheiro Marques	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Luís Manuel Marques da Costa Caires	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
José Júlio Alves Alferes	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Francisco de Moura e Castro Ascensão de Azevedo	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Adriano Martins Lopes	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Fernanda Maria Barquinha Tavares Vieira Barbosa	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Maria de Lourdes Belchior Afonso	Doutor	Matemática Aplicada à Economia e Gestão	100	Ficha submetida
Filipe José Gonçalves Pereira Marques	Doutor	Matemática - Especialidade de Estatística	100	Ficha submetida
Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Virgílio António da Cruz Machado	Doutor	Computer Integrated Manufacturing	100	Ficha submetida
Rogério Salema Araújo Puga Leal	Doutor	Engenharia Industrial - Sistemas de Gestão	100	Ficha submetida
Fernanda Antonia Josefa Llussá	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita	Doutor	Gestão	100	Ficha submetida
Ana Sofia Dinis Esteves	Mestre	Biotecnologia	20	Ficha submetida
Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Gracinda Rita Diogo Guerreiro	Doutor	Matemática - Especialidade Estatística	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Agra Coelho	Doutor	Estatística/Bioestatística	100	Ficha submetida
Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Reinhard Josef Klaus Kahle	Doutor	Informatica	100	Ficha submetida

Herberto de Jesus da Silva	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Silva Franco Fernandes	Doutor	Álgebra	100	Ficha submetida
Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho	Doutor	Matemática- especialidade de Álgebra, Lógica e Fundamentos	100	Ficha submetida
Oleksiy Karlovych	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria da Silva Cabral Inglês Esquivel	Doutor	Matemática, especialidade de Álgebra	100	Ficha submetida
Nadir Arada	Doutor	Análise Numérica	100	Ficha submetida
Luís Manuel Trabucho de Campos	Doutor	Engineering Mechanics	100	Ficha submetida
Manuel Almeida Silva	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Vitor Hugo Bento Dias Fernandes	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Luísa Martins Macedo de Faria Mascarenhas	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Filipe Serra de Oliveira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Margarida Fernandes Ribeiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Rogério Ferreira Martins	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques	Doutor	Análise Matemática/Matemática	100	Ficha submetida
Inês Jorge da Silva Sequeira	Doutor	Matemática, especialidade de Estatística	100	Ficha submetida
Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço	Mestre	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Ana Cristina Malheiro Casimiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
João Pedro Bizarro Cabral	Doutor	Matemática - Geometria e Topologia	100	Ficha submetida
Maria Cecília Perdigão Dias da Silva	Doutor	Matemática/ Álgebra	100	Ficha submetida
João Nuno Gonçalves Faria Martins	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Pedro José dos Santos Palhinhas Mota	Doutor	Estatística / Matemática	100	Ficha submetida
Frederico Almeida Gião Gonçalves Caeiro	Doutor	Estatística e Investigação Operacional, especialidade de Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício Rodrigues	Doutor	Análise Matemática	100	Ficha submetida
Paula Alexandra da Costa Amaral Jorge	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António José Mesquita da Cunha Machado Malheiro	Doutor	Álgebra, Lógica e Fundamentos	100	Ficha submetida
Joaquim Amaro Graça Pres Faia e Pina Catalão Lopes	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Maria Teresa Varanda Cidade	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Seixas Boavida Ferreira	Doutor	Física - Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
António Carlos Simões Paiva	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Corrêa Calvente Barahona	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
			5820	

<sem resposta>

4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos

4.1.3.1.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição

58

4.1.3.1.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

99,7

- 4.1.3.2.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos**
57
- 4.1.3.2.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)**
97,9
- 4.1.3.3.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor**
57
- 4.1.3.3.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)**
97,9
- 4.1.3.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano**
1
- 4.1.3.4.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)**
1,7
- 4.1.3.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)**
1
- 4.1.3.5.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)**
1,7

Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

- 4.1.4. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização**
Em 16 de Agosto de 2010 foi publicado em DR (2ª Série, nº 158) o Regulamento nº 684/2010 relativo à Avaliação do Desempenho e Alteração do Posicionamento Remuneratório dos docentes da UNL-Universidade Nova de Lisboa. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes da UNL, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade:
- a) Docência (e.g., diversidade de disciplinas ensinadas; 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; 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 académicas; relatórios no âmbito do estatuto da carreira docente; serviços prestados a outras entidades).*
- As ponderações a considerar em cada vertente são as seguintes:*
- a) Docência — entre 20 % e 70 %;*
 - b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação — entre 20 % e 70 %;*
 - c) Tarefas administrativas e de gestão académica — entre 10 % e 40 %;*
 - d) Atividades de extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade — entre 5% e 40%.*
- A avaliação positiva é expressa numa escala de três posições (mínimo de 3 pontos e máximo de 9 pontos). Compete ao Conselho Científico a condução do processo de avaliação de desempenho. Compete ao Conselho Pedagógico pronunciar -se na generalidade sobre o processo de avaliação de desempenho. Compete ao Reitor da UNL homologar os resultados da avaliação do desempenho. A avaliação do desempenho é feita uma vez em cada triénio, sem prejuízo da monitorização anual, e releva para os seguintes efeitos:*
- a) Contratação por tempo indeterminado dos professores auxiliares;*
 - b) Renovação dos contratos a termo certo dos docentes não integrados na carreira;*
 - c) Alteração do posicionamento remuneratório.*
- Os docentes que acumulem um mínimo 18 pontos nas avaliações de desempenho deverão ter uma alteração do posicionamento remuneratório. Os docentes com avaliação considerada insuficiente em dois triénios consecutivos poderão*

sofrer as consequências previstas no Estatuto Disciplinar dos Trabalhadores que exercem Funções Públicas. A FCT elaborou o seu Regulamento em consonância com o da UNL, tendo definido métricas específicas para as áreas da Ciência e Engenharia. O Regulamento da FCT já foi aprovado e publicado no DR, 2ª Série, nº 193 de 4 de outubro 2012 (Despacho 13109/2012).

4.1.4. Assessment of academic staff performance and measures for its permanent updating

The rules for Performance Evaluation and Amendment of Position Remuneration of academic staff of UNL Universidade Nova de Lisboa were officially published in August 16, 2010 (Regulation 684/2010).

The regulation concerns the performance of the UNL academic staff in order to evaluate it based on merit and improve its quality.

The performance evaluation covers all UNL academic staff, takes into account the specifics of each subject area and considers all aspects of their business:

- a) Teaching (e.g., diversity of subjects taught, availability of teaching materials, supervision of Master and PhD, Theses, participation in boards of academic juries);*
- b) Scientific research, development and innovation (e.g., coordination and participation in research projects and coordination of research units, publication of scientific articles and books, conference papers, participation in bodies of scientific journals, patents, participation in scientific committees, organizations or networks);*
- c) Administrative and academic management activities (e.g., participation in bodies of UNL and UNL academic units);*
- d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community (e.g., academic honours and awards, reports in the status of the teaching profession, services provision to other entities).*

The weights assigned to the above dimensions are:

- a) Teaching - between 20% and 70%;*
- b) Scientific research, development and innovation - between 20% and 70%;*
- c) Administrative and academic management activities- between 10% and 40%;*
- d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community - between 5% and 40%.*

The positive evaluation is expressed on a scale of three positions (minimum of 3 points and a maximum of 9 points).

At the academic unit level, the Scientific Council conducts the performance evaluation process and the Pedagogical Council issues an overall appreciation of it. The UNL Rector approves the results of the performance evaluation.

Performance evaluation is carried out once every three years, subject to annual monitoring, and is relevant for the following purposes:

- a) Contract of assistant professors for an indefinite period;*
- b) Renewal of temporary contracts for teachers that are not integrated in the regular academic career;*
- c) Change of salary position.*

The salary position of teachers who accumulate a minimum of 18 points in performance evaluation may be upgraded. Teachers with performance evaluation considered insufficient in two consecutive three-year periods may suffer the consequences outlined in the Disciplinary Statute of Civil Servants.

FCT has developed its regulations in accordance with UNL's rules, having defined specific evaluation metrics for the Science and Engineering areas. The FCT regulations were already approved and officially published on the 4th of October 2012 (DR, 2nd Series, 193).

4.1.5. Ligação facultativa para o Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente

https://docs.google.com/a/fct.unl.pt/folderview?id=0BzlZjiVTzvQPd0pXVXE2OWpVWEE&usp=drive_web

4.2. Pessoal Não Docente

4.2.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afecto à leccionação do ciclo de estudos.

Maria da Graça Nobre dos Santos – Assistente Técnica

Maria Libânia Patrício Gaspar – Assistente Técnica

Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata – Assistente Operacional

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

Maria da Graça Nobre dos Santos – Technical Assistant

Maria Libânia Patrício Gaspar – Technical Assistant

Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata – Operational Assistant

4.2.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leccionação do ciclo de estudos.

Maria da Graça Nobre dos Santos – 12º ano

Maria Libânia Patrício Gaspar – 9º ano

Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata – 6º ano

4.2.2. Qualification of the non academic staff supporting the study programme.

Maria da Graça Nobre dos Santos – 12th grade

Maria Libânia Patrício Gaspar – 9th grade

Maria Deolinda da Conceição Teixeira Mata – 6th grade 12th grade

4.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal não docente.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública, o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário administrativo ou técnico são definidos no início de cada ano e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação anual que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

4.2.3. Procedures for assessing the non academic staff performance.

The performance of non-academic staff is based on SIADAP-Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each year. The career progression of staff depends on their yearly evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

4.2.4. Cursos de formação avançada ou contínua para melhorar as qualificações do pessoal não docente.

Acções de formação destinadas a melhorar a qualificação do pessoal não docente: processadores de texto, folhas de cálculo, programas informáticos de gestão. Cursos sobre legislação, serviços administrativos, língua portuguesa.

4.2.4. Advanced or continuing training courses to improve the qualifications of the non academic staff.

Training activities to improve the skills of the non-academic staff: word processors, spreadsheets, management software. Courses on legislation, administrative services, Portuguese language.

5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

5.1. Caracterização dos estudantes

5.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género, idade, região de proveniência e origem socioeconómica (escolaridade e situação profissional dos pais).

5.1.1.1. Por Género

5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender	
Género / Gender	%
Masculino / Male	32.4
Feminino / Female	67.6

5.1.1.2. Por Idade

5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age	
Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	44.1
24-27 anos / 24-27 years	26.5
28 e mais anos / 28 years and more	29.4

5.1.1.3. Por Região de Proveniência

5.1.1.3. Caracterização por região de proveniência / Characterisation by region of origin	
Região de proveniência / Region of origin	%
Norte / North	0
Centro / Centre	0
Lisboa / Lisbon	74.1
Alentejo / Alentejo	0
Algarve / Algarve	3.7

Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	22.2

5.1.1.4. Por Origem Socioeconómica - Escolaridade dos pais

5.1.1.4. Caracterização por origem socioeconómica - Escolaridade dos pais / By Socio-economic origin – parents' education	
Escolaridade dos pais / Parents	%
Superior / Higher	22.2
Secundário / Secondary	27.8
Básico 3 / Basic 3	20.4
Básico 2 / Basic 2	7.4
Básico 1 / Basic 1	22.2

5.1.1.5. Por Origem Socioeconómica - Situação profissional dos pais

5.1.1.5. Caracterização por origem socioeconómica - Situação profissional dos pais / By socio-economic origin – parents' professional situation	
Situação profissional dos pais / Parents	%
Empregados / Employed	48.1
Desempregados / Unemployed	7.4
Reformados / Retired	18.5
Outros / Others	25.9

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular / Number of students per curricular year	
Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular do 2º ciclo	17
2º ano curricular do 2º ciclo	17
	34

5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study cycle demand			
	2011/12	2012/13	2013/14
N.º de vagas / No. of vacancies	15	15	15
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	11	8	13
N.º colocados / No. enrolled students	11	14	13
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	11	8	13
Nota mínima de entrada / Minimum entrance mark	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.2. Ambiente de Ensino/Aprendizagem

5.2.1. Estruturas e medidas de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico dos estudantes.

O Coordenador e a Comissão Científica aconselham os estudantes e orientam as suas escolhas de opções e seguem o seu desenvolvimento. Para informações mais detalhadas sobre uma determinada UC os estudantes podem também recorrer ao respectivo docente responsável. O pequeno número de estudantes do curso permite um conhecimento pessoal de todos e dispensa estruturas mais formais de apoio e seguimento.

5.2.1. Structures and measures of pedagogic support and counseling on the students' academic path.

The Coordinator and the Scientific Committee advise the students, guide their options choices and follow their development. More detailed information about a particular course may also be requested by the students to the responsible of the unit. Due to the small number of students in this study cycle, a personal knowledge of the students is possible, which avoids the need for a more formal supporting and following structure.

5.2.2. Medidas para promover a integração dos estudantes na comunidade académica.

A FCT tem uma secção de Aconselhamento Vocacional e Psicológico para:

- *Acolher e apoiar os estudantes na sua integração na FCT*
- *Efetuar o aconselhamento vocacional e psicológico dos estudantes*
- *Apoiar os estudantes na gestão do tempo e nos métodos de aprendizagem e noutros aspetos psicopedagógicos e, ou terapêuticos*
- *Desenvolver iniciativas que visem a melhoria das condições educativas e de vivência dos estudantes portadores de deficiência física e sensorial.*

5.2.2. Measures to promote the students' integration into the academic community.

FCT has a Vocational and Psychological Counselling service to:

- *Welcome and support students in their integration*
- *Provide vocational and psychological counselling for students*
- *Support students in time management and learning methods and other psycho-pedagogical or therapeutic issues*
- *Develop initiatives to improve the educational conditions and social life in the Campus of students with disabilities.*

5.2.3. Estruturas e medidas de aconselhamento sobre as possibilidades de financiamento e emprego.

Na FCT existe a Secção de Apoio ao Estudante–Integração na Vida Ativa, a qual desenvolve, essencialmente, as seguintes atividades:

- *Promoção da inserção laboral de estudantes e diplomados;*
- *Divulgação de ofertas de emprego, estágios, concursos, cursos de pós-graduação e profissionais, programas de apoio à criação de autoemprego, bolsas de investigação ou de outro tipo em Portugal e no estrangeiro;*
- *Divulgação de informação sobre estudantes finalistas e diplomados, incluindo os respetivos CV, para efeitos de integração na vida profissional;*
- *Apoio a empresas no recrutamento de estudantes e de diplomados, através da organização, ao longo do ano, de apresentações e de entrevistas para recrutamento e da afixação de anúncios de recrutamento nas instalações da FCT e através da Internet;*

Existe uma plataforma de emprego online (<http://emprego.fct.unl.pt>) onde os estudantes e diplomados se inscrevem para receberem e responderem a ofertas de emprego e/ou estágio.

5.2.3. Structures and measures for providing advice on financing and employment possibilities.

At FCT the Student Support Section–Integration in working life develops the following activities:

- *Promotion of insertion of students and graduates into the labor market;*
- *Dissemination of information about vacancies, internships, contests, postgraduate and professional study programmes, programmes to support the creation of self-employment, research grants or other grants in Portugal and abroad;*
- *Dissemination of information about students and graduates, including the respective curricula vitae, with the purpose of integrating them into the job market;*
- *Support companies in the recruitment of students and graduates through organization of presentations and interviews, carried out throughout the year, and posting of recruitment advertisements on FCT premises and in the Internet;*

In addition, there is an online job platform (<http://emprego.fct.unl.pt>) through which students and graduates can receive job and/or internships offers and apply for them.

5.2.4. Utilização dos resultados de inquéritos de satisfação dos estudantes na melhoria do processo ensino/aprendizagem.

No final de cada edição, os alunos devem responder a um inquérito sobre vários aspetos do funcionamento das UC que frequentaram, nomeadamente a sua satisfação global com a UC, a sua perceção sobre o desempenho dos docentes, e ainda sobre aspetos da natureza e organização da UC (e.g. relevância da sua aprendizagem e o desenvolvimento de competências que promove, métodos de ensino e avaliação, correspondência entre o tempo dedicado à UC e os ECTS atribuídos).

Os resultados destes inquéritos são mantidos no sistema de informação da FCT/UNL (CLIP) devendo os docentes, na autoavaliação das UC de que são responsáveis, comentar as opiniões dos alunos, e sugerir medidas de melhoria, nomeadamente nos pontos em que a essa visão esteja abaixo de um limiar considerado aceitável. A autoavaliação é subsequentemente validada pelo coordenador do Mestrado e pelo respetivo presidente do Departamento, para assegurar que as medidas consideradas necessárias sejam implementadas.

5.2.4. Use of the students' satisfaction inquiries on the improvement of the teaching/learning process.

At the end of each edition, students are required to answer a survey on various aspects of the functioning of the units (CU) they attended, including their overall satisfaction with the CU, their perception on the performance of teachers, and other issues regarding the nature and organization of the CU (eg relevance of its learning and

skills whose development it promotes, teaching methods and assessment, correspondence between the time devoted to UC and the ECTS assigned to it).

The results of surveys are maintained in the information system of the FCT / UNL (CLIP) and teachers, in self-assessment of the CU they are responsible of, should comment on the opinions of students, and suggest measures for improvement, particularly in situations where such opinion is below an adequate threshold. This self-assessment is subsequently validated by the Coordinator of the Master and the Head of the respective Department, to ensure that the measures deemed necessary are implemented.

5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos.

A FCT tem um Coordenador geral Erasmus e coordenadores/área científica. A Divisão Académica - Acolhimento e Mobilidade assegura os processos inerentes à Mobilidade (nacional e internacional), nas várias vertentes. Promove a divulgação dos acordos bilaterais existentes junto de docentes, não docentes e discentes, incentivando a mobilidade, trata da renovação de todos os Acordos e apoia o estabelecimento de novos. Promoção: Outgoing- Sessão anual (dias antes da abertura das pré-candidaturas) sobre a Mobilidade Erasmus, destinada a todos os estudantes interessados. Conta com o testemunho de estudantes que já fizeram um período de estudos Erasmus. Incoming- Sessão de Boas Vindas no início do ano letivo, com visita guiada ao Campus da FCT, e um Tour guiado por Almada e Caparica. O plano de estudos a cumprir na universidade de acolhimento é previamente aprovado pelas 2 instituições envolvidas. Creditação de conhecimentos: garantida equivalência às unidades curriculares oferecidas na FCT.

5.2.5. Structures and measures for promoting mobility, including the mutual recognition of credits.

FCT has a general Erasmus Coordinator and coordinators/scientific study area. The Academic Division – Lodging and Mobility ensures all processes pertaining national and international Mobility in its various forms, promotes the dissemination of existing bilateral agreements among teachers, non-teaching staff and students, encouraging mobility; ensures renovation of agreements and gives support to the establishment of new ones. Promotion: Outgoing- Annual Session (days before the opening of pre-applications) on Erasmus Mobility, addressed to all interested students. It counts on the direct testimony of students who have experienced an Erasmus study period. Incoming- Welcome Session at the beginning of the school year, followed by a guided visit to FCT Campus, and a Guided Tour (Almada, Caparica). Study plans to be carried out at host University need prior approval by both institutions involved. Crediting of acquired knowledge: granted by equivalences on curricular units offered at FCT.

6. Processos

6.1. Objectivos de ensino, estrutura curricular e plano de estudos

6.1.1. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objectivos e medição do seu grau de cumprimento.

O Mestrado em Matemática e Aplicações tem como objectivo fornecer uma sólida formação científica, permitindo a criação de profissionais, capazes de abordar as fronteiras da investigação científica em Matemática Aplicada com elevado nível de interdisciplinaridade e de aplicar as mais recentes técnicas à resolução de problemas concretos, provenientes de empresas ou de laboratórios científicos. O Mestrado está organizado em quatro ramos de especialização.

O ramo de Actuariado, Estatística e Investigação Operacional constitui uma referência antiga do DM. Muito solicitada, não só pelo seu interesse científico, como também pela exigência do mercado de trabalho, em bancos, seguradoras e outras empresas de diversas áreas. Usando métodos estatísticos e processos estocásticos, são desenvolvidas técnicas que permitem a previsão do risco. Por outro lado, são estudados métodos de optimização na resolução, por exemplo, de problemas de logística empresarial ou na rentabilização de redes de transportes.

O ramo de Álgebra, Lógica e Computação corresponde a uma área muito actual e de grande relevância científica, pela sua ligação à Informática e ao desenvolvimento da Computação. São desenvolvidas teorias algébricas e lógicas, de enorme utilidade na linguagem computacional.

Na natureza todo o fenómeno é regido, de algum modo, por uma equação diferencial, que relaciona certas quantidades com as suas variações (derivadas). O ramo de Análise Numérica e Equações Diferenciais está, portanto, muito ligado à Ciência e à Engenharia. São estudadas técnicas de modelação e resolução numérica de diversos problemas, como por exemplo de despoluição de águas, optimização de estruturas ou tratamento matemático do som ou da imagem.

No ramo de Matemática Financeira os alunos poderão encontrar uma formação científica sólida em matérias que permitem o apreçamento e a gestão do risco de produtos financeiros a par da resolução de problemas em casos práticos que lhes serão trazidos por profissionais da indústria. As dissertações poderão ser desenvolvidas em ambiente empresarial ou no seio das equipas de investigação do DM.

A operacionalização dos objetivos é realizada, ao nível da formação global do estudante, através da proposta de percursos curriculares coerentes, estruturados de modo a permitir a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de competências bem definidos. Em cada UC, cujos objetivos se encontram bem definidos, os métodos de ensino e avaliação implementados visam promover a apreensão e utilização dos conhecimentos. A integração de conhecimentos, sendo também resultante da interdependência e complementaridade existente entre as várias UC, é sobretudo realizada através da realização do trabalho de dissertação. Assim, o grau de cumprimento dos objetivos de aprendizagem é avaliado de forma isolada por cada UC e, de forma mais integrada, na avaliação da dissertação.

6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment.

The objective of the Master in Mathematics and Applications is to provide a rigorous scientific training in order to produce experts capable of approaching high level interdisciplinary research in Applied Mathematics, applying the most recent techniques to solve concrete problems coming from scientific laboratories or industrial companies. The program offers four specialization profiles.

Actuarial Sciences, Statistics and Operation Research is a traditional area in the Department of Mathematics and is much sought after by banks, insurance companies and other institutions. Stochastic processes, statistical methods and optimization techniques are used in modeling in business, finance and economic applications, assessment of financial risk, prediction of future outcomes and behaviour, logistics optimization and network profitability analysis.

The Algebra, Logic and Computation specialization corresponds to the study of efficient computation, models of computational processes, algebraic studies and logic. It has emerged over the past few decades as a deep and fundamental scientific discipline and poised to have considerable impact on current issues in the development of systems and software, network and communications infrastructure.

Partial differential equations constitute a vital modeling tool on Science and Engineering and a rich field of mathematical research. The Master's program in the Numerical Analysis and Differential Equations area aims to introduce the mathematical concepts required in modeling and to develop accurate numerical methods.

Within the profile of Financial Mathematics students can find a solid scientific background in areas that allow the pricing and risk management of financial products along with the resolution of problems in practical cases brought to them by industry professionals. The dissertations can be developed in a business environment or within the research teams of the department.

The operationalization of the objectives is performed, at a global level of training, through the definition of coherent curricular routes, structured in order to allow the acquisition of knowledge and the development of well defined skills. In each course, the teaching and evaluation methods implemented aim to promote the apprehension and application of knowledge. The integration of knowledge, also resulting from the interdependence and complementarity between the various courses, is mostly accomplished through performing of the dissertation. Thus, the measurement of the learning outcomes is evaluated separately by each curricular unit and, in a more integrated manner, by the evaluation of the dissertation.

6.1.2. Demonstração de que a estrutura curricular corresponde aos princípios do Processo de Bolonha.

De acordo com o Processo de Bolonha, o presente curso de Mestrado corresponde a um segundo ciclo, cujo acesso é possível a

a. Titulares do grau de licenciado do 1º ciclo ou equivalente legal das áreas de Ciências Exactas ou Tecnologias, com preparação mínima de base em matemática;

b. Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1º. ciclo de estudos organizado, naquelas áreas, de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo;

c. Titulares de um grau académico superior estrangeiro, naquelas áreas, que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado pelo Conselho Científico da FCT;

d. Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da FCT.

O ciclo de estudos confere o grau de Mestre, proporcionando um nível de formação compatível com este grau.

O ciclo de estudos está baseado num conjunto de unidades curriculares, obrigatórias e opcionais, a cada uma das quais corresponde um determinado número de créditos ECTS, em função do esforço solicitado aos estudantes para a sua realização. Para conclusão do ciclo de estudos são exigidos 120 ECTS, adequadamente distribuídos entre unidades curriculares obrigatórias e opcionais, incluindo 42 ECTS atribuídos à Dissertação, a realizar no segundo ano curricular.

De salientar ainda a existência de diversos acordos de mobilidade no âmbito do programa Erasmus.

6.1.2. Demonstration that the curricular structure corresponds to the principles of the Bologna process.

According to the Bologna process this Master program corresponds to a second study cycle. The candidates must fulfill one of the following criteria:

a. To have a bachelor degree or a formal equivalent in the areas of Exact Science or Engineering, with basic background in mathematics;

b. To have a foreign bachelor degree, in the areas mentioned above, according to the principles of the Bologna Process and from a state where this Process was adopted;

c. To have a foreign university level degree, in the areas mentioned above, with the level of a Bachelor degree recognized by the FCT's Scientific Council;

d. To have an academic, scientific or professional profile, recognized by the FCT's Scientific Council as appropriate for the Master program.

The study cycle is based on a set of course units, either mandatory or optional. Each of these courses corresponds to a fixed number of ECTS, based on the students' effort required for its completion. For successful completion of the study cycle 120 ECTS are required, adequately distributed between mandatory and optional courses, including 42 assigned to the Dissertation, to be held in the second year of the program.

Also noteworthy is the existence of various mobility agreements under the Erasmus program.

6.1.3. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a actualização científica e de métodos de trabalho.

As bases de garantia da qualidade da UNL, definidas pelo Conselho de Garantia da Qualidade do Ensino, prevêem que as revisões curriculares sejam efetuadas de 5 em 5 anos ou de 6 em 6 anos.

No entanto, podem ser feitas revisões sempre que tal se justifique (e.g., orientações estratégicas da Escola, recomendações decorrentes de avaliações efetuadas por entidades externas). Como exemplo do 1º caso, refere-se a recente revisão (com

efeitos a partir de 2012/13) que foi feita com o objetivo de introduzir competências complementares comuns a todos os cursos de 1º e 2º Ciclo e Mestrados Integrados da FCT/UNL (Perfil Curricular FCT: <http://www.fct.unl.pt/candidato/perfil-curricular-fct>).

A atualização científica e de métodos de trabalho é feita pelos responsáveis das unidades curriculares e restantes docentes de acordo com os últimos desenvolvimentos científicos e as boas práticas de ensino e aprendizagem. Neste domínio, o envolvimento dos docentes em atividades científicas é de extrema importância.

6.1.3. Frequency of curricular review and measures to ensure both scientific and work methodologies updating.

The quality assurance guidelines defined by the UNL Teaching Quality Council predict that the curricular reviews are carried out every 5 or 6 years.

However, reviews can be undertaken when justified (e.g, strategic guidelines of the School, recommendations resulting from evaluations conducted by external entities). An example of the 1st case is the recent review (implemented in 2012/13) of all the 1st and 2nd study cycles and Integrated Masters of FCT/UNL in order to introduce transferable skills in all programmes (FCT Curricular Profile: <http://www.fct.unl.pt/candidato/perfil-curricular-fct>).

Generally, the update of scientific and work methodologies is carried out by those responsible for the courses and the other teachers according to the latest scientific developments and best practices of teaching and learning. The research activities developed by the academic staff are extremely important in this area.

6.1.4. Modo como o plano de estudos garante a integração dos estudantes na investigação científica.

A iniciação à investigação científica é feita desde logo em algumas das UC em que a avaliação integra a realização de trabalhos em temas avançados. Este tipo de actividade inclui a pesquisa e análise de bibliografia actualizada, bem como a elaboração e apresentação pública de trabalhos de síntese do estado da arte ou análise crítica de artigos, e ainda a implementação de métodos e algoritmos. Por outro lado, o trabalho de dissertação corresponde, por excelência, a uma actividade de I&D onde a existência de uma componente com algum tipo de inovação é um requisito.

6.1.4. Description of how the study plan ensures the integration of students in scientific research.

The introduction to scientific research is done immediately on some courses which evaluation includes the completion of project works on advanced topics. This type of activity includes research and analysis of updated literature, as well as the preparation and public presentation of synthesis' works on the state of the art or critical analysis of articles, and also the implementation of methods and algorithms. Furthermore, the dissertation corresponds, par excellence, to a R&D activity in which a component with some type of innovation is a requirement.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa IX - Atuariado Vida / Life Insurance

6.2.1.1. Unidade curricular:

Atuariado Vida / Life Insurance

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contacto)

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

Rui Manuel Rodrigues Cardoso: TP-56h

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

Saber calcular probabilidade de morte ou sobrevivência que envolva uma ou mais pessoas

Conhecer os vários tipos de rendas vitalícias

Saber deduzir a fórmula de uma qualquer renda vitalícia

Conhecer as principais modalidades de seguros de vida

Calcular o valor actuarial para um seguro de vida

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To be able to calculate the probability of death or survival of one or more persons

To know the several types of annuities

To deduct the formula for any type of annuities

To know the main types of life insurance products

To calculate the actuarial value for a life insurance product

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

6.2.1.5. Syllabus:

*Review of Financial calculus
Mortality
Annuities
Life insurance*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Inicialmente são revistos alguns conceitos sobre cálculo financeiro. Depois são introduzidos conhecimentos sobre o cálculo de probabilidades que envolvam a morte ou a sobrevivência de uma ou mais pessoas. Estes dois últimos pontos são combinados de forma a providenciar a base de entendimento e cálculo sobre rendas vitalícias, uma das modalidades de seguros de vida em caso de vida. Depois são introduzidos os conceitos gerais de um seguro de vida. No final são apresentadas as modalidades básicas de seguros de vida em caso de morte, bem como o cálculo dos valores actuariais destas modalidades, ou seja dos respectivos prémios.

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

Initially some concepts are revised about financial calculus. Then students are introduced in the calculation of probabilities concerning the death or the survival of one or more persons. These two last points are combined to provide the base of understanding and calculation on life annuities, one of the types of life insurances products. Then general concepts of a life insurance are introduced. At the end the basic types of life insurances are presented in case of death, as well as the calculation of the actuarial values of these life insurance products, in other words of the respective premiums.

6.2.1.7. 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 no ramo vida seguindo-se uma breve discussão.

Componentes da avaliação:

Três testes que versam os conhecimentos teóricos e práticos da Unidade Curricular.

A classificação final é a média aritmética das notas de cada um dos testes, ou no caso de não aprovação na época normal será a nota no exame de recurso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In lectures we will explain and discuss program topics of the course. The themes are introduced by the teacher, consolidated whenever possible with real examples taken from the insurance industry following a brief discussion.

Evaluation components:

Three tests, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.

The final classification is the average of the grades obtained in each test, in case of fail it will be the grade of the final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática actuarial aplicada a ramos vida, 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.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand actuarial mathematics concepts applied to life insurance as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Barroso, M. de Nazaré; Couto, Eduardo; Crespo, Nuno. Cálculo e instrumentos Financeiros: da prática para a teoria, Escolar editora 2008

Bowers, Newton, Gerber, Hickman, Jones and Nesbitt. Actuarial mathematics (second edition). Itasca, Illinois: The Society of Actuaries, 1997.

Dickson, D.C.M., Hardy, M.R. and Waters, H.R.. Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks. Cambridge University Press, 2009

Garcia, J.A. e Simões, O.A.. Matemática Actuarial: Vida e Pensões. Almedina. 2010

Gerber, Hans U. Life insurance mathematics (third edition). Springer-Verlag, Berlin, 1997.

McCutcheon, J. and Scott, W. An Introduction to the Mathematics of Finance. The Institute of Actuaries and the Faculty of Actuaries, 1998.

Neill, A. Life contingencies. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992.

Silva, A. Matemática das Finanças. Vol I. McGraw-Hill, 1995

Mapa IX - Estatística Numérica Computacional / Computational Numerical Statistics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Numérica Computacional / Computational Numerical Statistics

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

Carlos Manuel Agra Coelho (sem horas de contacto)

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

Marta Cristina Vieira Faias Mateus: TP-56h

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

1) Compreender e ser capaz de aplicar os seguintes métodos estatísticos que necessitam do uso intensivo do computador: algoritmos do tipo Newton-Raphson, Monte Carlo, técnicas de reamostragem (Bootstrap e Jackknife), técnicas de amostragem-reamostragem e simulação iterativa (Método de Monte Carlo via Cadeias de Markov, MCMC).

2) Compreender a teoria que sustenta a robustez dos algoritmos e das técnicas que constituem o programa da disciplina.

3) Ser capaz de utilizar o software estatístico R-project em casos de estudo recorrendo a bibliotecas estatísticas desenvolvidas especificamente para os métodos lecionados ou ter a capacidade de adaptar essas bibliotecas de modo a resolver os problemas de modo eficiente.

4) Ser capaz de escrever relatórios onde se documenta e suporta cientificamente, recorrendo à estatística, a análise realizada e as conclusões relativas ao caso de estudo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1) To be able to understand and apply the following statistical methods which need intensive use of the computer: algorithms of type Newton-Raphson, Monte Carlo, resampling techniques (Bootstrap e Jackknife), sampling-resampling techniques and iterative simulation (Monte Carlo via Markov Chain, MCMC method).

2) To understand the basics and the theory which supports the algorithms and techniques taught in the course.

3) To be able to use the statistic software R in applied problems, by using the adequate available libraries or by adequately modifying them in case of necessity.

4) To be able to write reports where, using statistical techniques, a full analysis of the study case is done and well justified conclusions are drawn.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Geração de números aleatórios, geração de variáveis aleatórias discretas e contínuas.

2. Método de Newton-Raphson.

3. Método dos Scores de Fisher (modelos lineares generalizados).

4. Técnicas de redução de variância.

5. Técnicas de reamostragem: Bootstrap e Jackknife.

6. Métodos de Monte Carlo.

7. Métodos de amostragem-reamostragem.

8. Métodos de Monte Carlo Via Cadeias de Markov (MCMC): algoritmos de Gibbs Sampler e Metropolis Hastings.
9. Aplicações dos métodos em vários contextos (regressões logística, Poisson, Gaussiana, Gama, séries temporais, modelos hierárquicos, etc.)
10. Uso das técnicas aprendidas e adaptação das bibliotecas a casos de estudo de índole prática.
11. Elaboração de relatórios onde se documenta e suporta cientificamente, recorrendo à estatística, a análise realizada e as conclusões relativas a cada caso de estudo.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Pseudo-random number generation (discrete and continuous).
2. Newton-Raphson method.
3. Fisher scoring method (generalized linear models).
4. Variance reduction techniques.
5. Resampling techniques: Bootstrap and Jackknife.
6. Monte Carlo methods.
7. Sampling-resampling methods.
8. Monte Carlo via Markov Chain (MCMC) methods: the Gibbs Sampler and Metropolis Hastings algorithms.
9. Application of the methods in different contexts (logistic, Poisson, Gaussian, Gamma regression, time series, hierarchical models, etc.)
10. Utilization of the learned techniques and adaptation of the libraries to practical case studies.
11. Writing of reports where, using statistical techniques, a full analysis of some case studies is done and conclusions drawn.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Nos capítulos 1., 2. e 3. estudam-se a geração de números aleatórios, o método de Newton- Raphson e o método dos Scores de Fisher. No capítulo 4 introduzem-se as técnicas de redução de variância de modo a tornar a estimação robusta. Os capítulos 5., 6., 7. e 8. são dedicados às técnicas de reamostragem. Nestes capítulos são estudam-se os métodos e técnicas e também a teoria que os suporta pelo que se cobrem em simultâneo os dois primeiros objetivos enunciados. No fim de cada capítulo resolvem-se exemplos de aplicação das técnicas estudadas com recurso ao software R pelo que se cobre também parte do terceiro objetivo enunciado.

Nos capítulos 9. e 10. aplicam-se os diferentes métodos a alguns modelos específicos, (regressões logística, Poisson, Gaussiana, Gama, séries temporais, modelos hierárquicos, etc.) e elaboram-se os respetivos relatórios cobrindo assim os terceiro e quarto objetivos.

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

Chapter 1.,2. and 3. is devoted to pseudo-random number generation, Newton-Raphson method and Fisher scoring method. In chapter 4. the variance reduction techniques are introduced addressing robustness of the estimates. Chapters 5.,6.,7. and 8. are devoted to resampling techniques. In all these chapters we study the methods, the techniques and also the theory that support them and therefore we cover the first and second objective. At the end each chapter, practical examples are solved using the software R and thus part of the third objective is also covered.

In chapters 9., and 10. the different methods are applied to specific models (logistic, Poisson, Gaussian, Gamma regression, time series, hierarchical models, etc.) and the respective reports are written which covers the third fourth objective.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados. De seguida são apresentados problemas que são resolvidos em laboratório usando o software R. Estes problemas são realizados em laboratório usando o software R e pretende-se que os alunos participem ativamente na sua resolução. Deste modo os alunos adquirem as competências relativas ao software estatístico.

A avaliação consiste na realização de quatro trabalhos com relatório e um teste final escrito. Os trabalhos que os alunos realizam para avaliação são apresentados e discutidos na sala de aula.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture-lab classes, where together with the explanation of the main concepts and results illustrative examples are given, are the adequate way to convey the course contents to students. Next some problems are proposed to the students to be solved in a lab using the software R and the students are supposed to take part in their resolution. This way the students acquire the basic expertise in the application of the statistic software.

The evaluation consists on the realization of four practical problems with a written report and a written final test. The practical problems solved for the evaluation are presented and discussed by the students in the classes.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A forte componente prática desta unidade curricular que faz uso intensivo de computação justifica que as aulas sejam teórico-práticas o que permite uma maior proximidade temporal entre a exposição dos resultados e conceitos e a sua

aplicação através da implementação computacional dos correspondentes métodos e técnicas. A componente de avaliação em que os alunos resolvem problemas em grupo e depois apresentam na aula permite que todos os alunos possam aprender e discutir as diferentes especificidades de cada problema.

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

The strong practical component of this course that makes intensive use of computer justifies the lecture-lab classes which will allow for a higher closeness in time between the exposition of the concepts and results and their application by the computational implementation of the related methods and techniques. The evaluation component where the students solve the problems in a group and then make an exposition in the class will allow that all the students could learn and discuss the different issues of each problem.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1. Davison, A.C., Hinkley, D.V., Bootstrap Methods and their Application, Cambridge University Press, 1997.*
- 2. Gamerman, D., Lopes, H.F., Stochastic Simulation for Bayesian Inference, Chapman & Hall/CRC, 2006.*
- 3. Gentle, J.E., Random Number Generation and Monte Carlo Methods, Springer-Verlag, 1998*
- 4. Hossack, I.B., Pollard, J.H., Zehnwirth, B., Introductory Statistics with Applications in General Insurance, Cambridge University Press, 2nd Edition, 1999.*
- 5. McCullagh, P., Nelder, J.A., Generalized Linear Models, London: Chapman and Hall, 1983.*
- 6. Ross, S.M., Simulation, 3rd Edition, Academic Press, 2002.*
- 7. Venables, W.N., Ripley, B.D., Modern Applied Statistics with S-Plus, Springer, 1996.*

Mapa IX - Simulação / Simulation

6.2.1.1. Unidade curricular:

Simulação / Simulation

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

Ruy Araújo da Costa (sem horas de contato)

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

Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes: TP-56h

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

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

- Implementar modelos de Simulação, nomeadamente utilizando Excel e Visual Basic.*
- Simular o funcionamento de sistemas de Filas de Espera.*
- Reconhecer a vantagem da utilização de interfaces gráficos.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After this course a student should be able to:

- Develop simulation models, namely using Excel and Visula Basic.*
- Simulate queueing systems.*
- Grasp the relevance of visual interface outputs.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução

2 - Métodos de Geração de NPA

Qualidades desejáveis nos NPA: Testes de aleatoriedade; avaliação da independência entre NPA consecutivos.

3 - Planeamento de experiências e análise estatística de resultados:

Condições iniciais

Duração da simulação vs precisão de resultados

*4 - Simulação de Filas de Espera
Hierarquização de eventos
Rotinas*

5 - Utilização do módulo de Visual Basic do Excel para simulação.

6 - Introdução à utilização de modelos de simulação com interface visual.

6.2.1.5. Syllabus:

1 - Introduction.

2 - Random Number Generation Techniques

3 - Experiment planning and statistical analysis of results.

4 - Queueing models simulation.

5 - Using the Excel's Visual Basic module in simulation.

6 - Introduction to simulation models with visual interface.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Inicialmente são revistos alguns aspetos básicos de Simulação, nomeadamente as técnicas de geração de números pseudo-aleatórios, utilizando-se o Excel.

Em seguida, aborda-se os aspetos ligados à influência de condições iniciais, duração da Simulação vs precisão dos resultados.

Segue-se a introdução à utilização do módulo de Visual Basic do Excel para Simulação.

A aplicação da Simulação às Filas de Espera é feita utilizando VB.

É feita uma introdução à utilização de modelos de simulação com interface visual.

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

Initially, Simulation basics are addressed using Excel.

Initial conditions influence, duration vs precision are then addressed.

Then, Visual Basic Simulation using Excel is introduced.

Application of Simulation to Queueing problems is done using VB.

An introduction to simulation models with visual interface is carried out.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas práticas decorrem em laboratório computacional, permitindo a imediata implementação informática dos conceitos transmitidos, bem como o desenvolvimento de modelos de simulação.

A classificação final na unidade curricular é resultante de duas componentes (a avaliação escrita individual - 2 testes durante o período letivo, ou o exame de recurso e a realização de trabalhos em aula).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Laboratory sessions will take place in a computer room, allowing students to apply and develop the topics studied.

Final grade is related to 2 components (the individual written assessment - 2 tests during classes, or 1 exam afterwards and classroom projects).

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas decorrem em laboratório computacional o que é fundamental para assegurar um contexto de permanente aplicação.

Nas primeiras 2 semanas do semestre são revistos alguns aspetos básicos de Simulação, nomeadamente as técnicas de geração de números pseudo-aleatórios, utilizando-se o Excel.

Aspetos ligados à influência de condições iniciais, duração da Simulação vs precisão dos resultados e tratamento de resultados são abordados em 2 a 3 semanas.

A introdução à utilização do módulo de Visual Basic do Excel para Simulação é feito em 2 semanas.

No 1º Teste os estudantes devem ser capazes de abordar aspetos básicos da conceção de um modelo de Simulação, que poderá já envolver algum conhecimento de VB.

A aplicação da Simulação às Filas de Espera é feita em 2 semanas.

É feita uma introdução à utilização de modelos de simulação com interface visual numa semana.

No 2º Teste os estudantes já devem ser capazes de utilizar VB e de abordar a simulação de Filas de Espera.

Em algumas aulas os estudantes têm de desenvolver pequenos projetos de Simulação.

A utilização de aulas em laboratório computacional, a realização dos 2 Testes e dos projetos de Simulação garantem uma aprendizagem adequada.

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

Laboratory sessions take place in a computer room, which allows a "hands on" approach.

Simulation basics are addressed using Excel in the first 2 weeks.

Initial conditions influence, duration vs precision are then addressed (2-3 weeks).

Then, Visual Basic Simulation using Excel is introduced (2 weeks).

Students should be able to address the basic aspects of a Simulation model in the 1st Test. VB may also be addressed in the 1st Test.

Application of Simulation to Queueing problems is done using VB (2 weeks).

An introduction to simulation models with visual interface is carried out in 1 week.

Students should be able to use VB and address Simulation to Queueing problems in the 2nd Test.

Students are required to submit a small Simulation projects.

Laboratory sessions in a computer room, taking 2 Tests and doing a small Projects, will ensure an adequate learning of Simulation.

6.2.1.9. 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, Atlanta, 1998.

Banks, J. et al., Discrete-Event System Simulation (3ª ed.), Prentice-Hall, New Jersey, 2001.

Chung, C.A., Simulation Modeling Handbook. A Practical Approach, CRC Press, Boca Raton, 2004.

Pidd, M., Computer Simulation in Management Science, John Wiley & Sons, Singapore, 1994.

Tavares, L., Oliveira, R., Themido, I. e Correia, F., Investigação Operacional, McGraw-Hill Portugal, Alfragide, 1996.

Mapa IX - Introdução à Programação / Introduction to Programming

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Programação / Introduction to Programming

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

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

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

Artur Miguel de Andrade Vieira Dias: T-42h; PL-24h

Carmen Pires Morgado: PL-48h

Joaquim Francisco Ferreira da Silva: PL-48h

Nuno Miguel Cavalheiro Marques: PL-48h

6.2.1.4. Objectivos 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 correctamente algoritmos simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

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.

6.2.1.5. 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.*

6.2.1.5. 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.*
- *Processing text files. Sorting vectors and dichotomous search.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos 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.

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

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.

6.2.1.7. 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: T1 - Teste 1 - 40%; T2 - Teste 2 - 40%; PR - Projeto prático - 20%; ER - Exame de recurso - 80%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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: T1 - Mid-term test 1 - 40%; T2 - Mid-term test 2 - 40%; PR - Programming project - 20%; ER - Resit exam - 80%

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Principal

- Artur Miguel Dias, "Folhas da cadeira, incluindo lista de exercícios", 2013.

- 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 IX - Bases de Dados / Databases

6.2.1.1. Unidade curricular:

Bases de Dados / Databases

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

José Júlio Alves Alferes (sem horas de contacto)

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

Francisco de Moura e Castro Ascensão de Azevedo: T-42h; PL-24h

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

Saber:

Arquitetura de um Sistema de Gestão de Bases de Dados

Modelo de Entidades e Relações, o Modelo Relacional, e Modelo Objeto/Relacional

Álgebra Relacional

SQL

Normalização de BDs com base em dependências funcionais e multivalor

Modelação e manipulação de dados em XML

Outras linguagens de consultas (Datalog e QBE)

Saber Fazer:

Modelar, em ER e numa base de dados relacional, um problema de dimensão média

Implementar, em SQL, uma BD relacional de tamanho médio, incluindo os mecanismos de integridade dos dados

Implementar uma interface simples para manipulação de uma BD

Formular consultas complexas em Álgebra Relacional e SQL

Usar os mecanismos base SQL do Modelo Objeto/Relacional

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowledge:

Architecture of a Database Management System

Entity-Relationship Model, Relational Model, and Object-Relational Model

Relational algebra

SQL

BD normalization using functional and multivalued dependencies

Data modelling in XML and manipulation mechanisms for semisstructured data

Other query languages (Datalog and QBE)

Application:

Model a medium sized real problem, first using Entity-Relationship Diagrams and then a relational database

Create a database in SQL for a medium-sized problem, including implementation of all mechanisms for guaranteeing data integrity

Implement a simple interface for manipulation of the database

Write complex queries in SQL and Relational Algebra

Use the basic object-relational mechanisms of SQL

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

** Introdução aos sistemas de bases de dados*

** Modelos de dados*

o Modelo ER

o Modelo Relacional

o Álgebra relacional

** Linguagens de manipulação de bases de dados*

o Linguagem SQL

- o Outras linguagens
- o QBE e Datalog
- * *Integridade e Segurança de Bases de Dados*
- o *Integridade de referência*
- o *Asserções e triggers*
- o *Segurança e autorizações*
- * *Normalização de Bases de Dados*
- o *Dependências funcionais e multi-valor*
- o *Formas normais: 3ª, 4ª e de Boyce-Cood*
- * *Discussão de outros modelos de bases de dados*
- o *Bases de dados objectos/relacional*
- o *Bases de dados dedutivas*
- o *XML*

6.2.1.5. Syllabus:

- * *Introduction to Database Management Systems*
- * *Data models*
- o *Entity-Relationship model*
- o *Relational model*
- o *Relational algebra*
- * *Database manipulation languages*
- o *SQL query and manipulation language*
- o *Other languages*
- o *QBE and Datalog*
- * *Database integrity and security*
- o *Referential integrity*
- o *Assertions and triggers*
- o *Security and autorizations*
- * *Relational databases normalization*
- o *Functional and multi-valued dependencies*
- o *Normal forms: 3rd, 4th and Boyce-Cood*
- * *Discussion about other databse models*
- o *Object/relational databases (and the SQL case).*
- o *Deductive databses*
- o *XML*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos seguem de perto os objetivos de conhecimento estabelecidos, sendo assim clara a coerência entre ambos.

As aptidões objetivo decorrem da exercitação do programa em atividades práticas laboratoriais. Assim, os conteúdos programáticos relativos: aos modelos de dados são coerentes com o objetivo de modelação de um problema; à linguagem SQL são coerentes com o objetivo de implementação de uma BD relacional; à AR e SQL são coerentes com o objetivo de formulação de consultas complexas; e a outros modelos de BD são coerentes com o objetivo da utilização de SQL do modelo Objeto/Relacional. A parte relativa a outras linguagens, incluindo de interface, é coerente com correspondente objetivo.

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

The syllabus follows closely the knowledge learning outcomes established for the course, so it is clear the coherence between the two.

The know-how learning outcomes stem from the exercise of the program in lab sessions. The syllabus items corresponding to the Data Models are coherent with the modelling of a problem objective; the items corresponding to the SQL coherent with the know-how of implementing a DB; the items relative to SQL and Rel. Algebra coherent with the outcome of writing complex queries; the items relative to other DB models coherent with the know-how outcome of using object-relational mechanisms of SQL. The items relative to other languages, including interface languages, are coherent with the corresponding outcome.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa é lecionado em aulas teóricas e práticas. Nas primeiras são lecionados os conceitos e técnicas relevantes. Nas aulas práticas são resolvidos problemas, feitas experiências em laboratório, e (parcialmente) desenvolvido o trabalho prático.

A avaliação inclui:

2 testes individuais teóricos (ou um exame), onde é avaliado o conhecimento que os alunos adquiriram dos conceitos e técnicas lecionadas.

1 trabalho prático, elaborado em grupo de 3 estudantes, que consiste no desenho, análise, e implementação de uma BD de

*pequena/média dimensão, incluindo a sua interface.
A avaliação do projeto final inclui uma apresentação/discussão.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The syllabus is taught in theoretical and laboratory classes. In the former, the main concepts and techniques are addressed.

The laboratory classes are dedicated to solving problems, and experimenting the various concepts of the syllabus, and (partially) developing the project.

The evaluation includes:

2 midterm individual tests (or an exam) where the knowledge acquired by the students on the concepts and techniques is assessed.

1 practical project, developed in groups of 3 students, consisting of the design, analysis and implementation of a small/medium size DB, including its interface.

The evaluation of the final project includes a presentation/discussion.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os objetivos da unidade curricular identificam a) a aquisição de conhecimento sobre desenho, análise, implementação e manipulação de bases de dados relacionais; b) a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos sobre bases de dados relacionais; e c) aquisição de conhecimentos sobre outros modelos de dados.

O objetivo a) é fundamentalmente atingido nas aulas teóricas com a exposição do Modelo de Entidades e Relações, Modelo Relacional, Teoria da Normalização e SQL.

O objetivo b) é fundamentalmente atingido nas aulas práticas com a resolução de exercícios sobre modelação com o Modelo de Entidades e Relações, sua conversão para o Modelo Relacional, SQL, quer como linguagem de implementação de bases de dados, quer como linguagem de consultas, e normalização de Bases de Dados. O trabalho prático tem um papel fundamental na aplicação integrada de todas estas competências, no desenho, análise e implementação de uma base de dados de pequena/média dimensão.

O objetivo c) é adquirido nas aulas teóricas com a exposição do modelo Objeto-Relacional e do XML.

As matérias relativas aos objetivos a) e c) são avaliadas em testes individuais. As matérias relativas ao objetivo b) são avaliadas no trabalho prático.

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

The objectives of the course identify a) the acquisition of knowledge about design, analysis, implementation and manipulation of relational databases, b) the practical application of acquired knowledge on relational databases, and c) acquisition of knowledge about other data models.

Objective a) is mainly achieved in lectures where the following concepts are presented: Entity-Relationships Data Model, Relational Model, Normalization Theory and SQL.

Objective b) is primarily achieved in practical classes with the resolution of exercises on modeling with the Entity-Relationships Data Model, its conversion to the Relational Model, SQL, both as the implementation language of databases, as well as a query language, and normalisation of databases. The practical work has a key role in the integrated application of all these skills in the design, analysis and implementation of a database of small / médium size.

The objective c) is acquired in lectures with the presentation of the Object-Relational Data Model and XML.

Matters relating to the objectives a) and c) are evaluated through individual tests. Matters relating to objective b) are evaluated through the practical project.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Livro recomendado

** Database System Concepts, 5th Edition.*

Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan

McGraw Hill, 2005

ISBN 0-07-295886-3

ou

** Database System Concepts, 4th Edition*

Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan

McGraw Hill, 2001

ISBN 0-07-255481-9

Em alternativa, poderá usar a edição anterior (que não contém a parte final do programa - XML) :

** Database System Concepts, 3rd Edition*

Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan

McGraw Hill, 1997

ISBN 0-07-044756-X

Acetatos

** Após cada aula teórica, serão disponibilizados na página das aulas teóricas os acetatos referentes à matéria dada.*

** Na página das aulas práticas irão sendo disponibilizadas folhas com exercícios sobre a matéria e, a seu tempo, as respectivas resoluções.*

Mapa IX - Algoritmos e Estruturas de Dados / Algorithms and Data Structures

6.2.1.1. Unidade curricular:

Algoritmos e Estruturas de Dados / Algorithms and Data Structures

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

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

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

Adriano Martins Lopes: PL:48h

Carmen Pires Morgado: PL:48h

Fernanda Maria Barquinha Tavares Vieira Barbosa: T:42h;PL:24h

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

Saber: Técnicas básicas para a resolução de problemas: tipos abstractos de dados fundamentais (lista, conjunto, pilha, fila, dicionário, dicionário ordenado) e do domínio do problema; técnicas básicas de desenho de algoritmos: estruturas de dados fundamentais (vector, lista ligada simples e dupla, tabela de dispersão, árvores binárias); técnicas básicas para análise de algoritmos: complexidade espacial e temporal.

Saber Fazer: modelar programas usando tipos abstractos de dados; definir e implementar tipos abstractos de dados no domínio do problema; calcular a complexidade espacial e temporal de algoritmos; implementar os tipos abstractos de dados fundamentais, utilizando as estruturas de dados mais adequadas; conceber e implementar soluções eficientes para problemas concretos.

Soft-skills: Capacidade para avaliar soluções, capacidade para seleccionar as técnicas apropriadas a um problema; capacidade de comunicação escrita.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowledge: Basic techniques for solving problems: fundamental abstract data types (list, set, stack, queue, dictionary, ordered dictionary) and abstract data types of the problem domain; basic algorithm design techniques: fundamental data structures (vector, single and double linked list, hash table, binary trees); basic techniques of algorithm analysis: spatial and temporal complexity.

Know-how: Model programs using abstract data types; define and implement abstract data types in the problem domain; calculate the spatial and temporal complexity of algorithms; implement fundamental abstract data types, using the most adequate data structures; design and implement efficient solutions to concrete problems.

Soft-skills: Ability to evaluate solutions; ability to select the suitable techniques to solve a problem; skills in writing communication: reports of discipline projects.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Estruturação dum programa em tipos abstractos de dados.

** Método para análise e concepção da solução*

** Definição e implementação de tipos abstractos de dados no domínio do problema*

2. Introdução à análise de algoritmos.

3. Especificação formal de tipos de dados abstractos:

** Fila*

** Pilha*

** Sequência (Lista)*

** Conjunto*

** Dicionário*

** Dicionário Ordenado*

4. Estudo das principais estruturas de dados, sempre acompanhado da análise da complexidade das primitivas suportadas, no melhor caso, no pior caso e no caso esperado.
- * Vectores circulares.
 - * Listas simplesmente e duplamente ligadas.
 - * Tabelas de dispersão. Funções de dispersão. Dispersão aberta. Dispersão fechada.
 - * Árvores binárias. Árvores de pesquisa.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Modeling programs, using abstract data types
 - * Method for the analysis and design of a solution
 - * Definition and implementation of abstract data types in the problem domain
2. Introduction to Algorithm Analysis
3. Formal specification of abstract data types:
 - * Queue (LIFO)
 - * Stack (FIFO)
 - * List
 - * Set
 - * Dictionary
 - * Ordered Dictionary
4. Study of the fundamental data structures, including the analysis of the algorithmic in the best, worst and expected case:
 - * Circular Vector,
 - * Singly and Doubly Linked Lists,
 - * Open and Closed-Hash Tables,
 - * Search Trees and Binary Trees.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O objectivo principal desta unidade curricular é saber conceber e implementar soluções eficientes para problemas concretos. De forma a atingir este objectivo os alunos devem saber:

1. Identificar e implementar os tipos abstractos de dados no domínio do problema: Esta matéria é introduzida no ponto 1 dos conteúdos programáticos, com vários exemplos, e aplicada em todos os exemplos utilizados na unidade curricular.
2. Conhecer os tipos de dados abstractos no domínio das estruturas de dados: Esta matéria é introduzida no ponto 3 dos conteúdos programáticos, com vários exemplos.
3. Implementar os tipos de dados no domínio das estruturas de dados, sempre acompanhado da análise da complexidade das primitivas suportadas: Esta matéria é introduzida nos pontos 2 e 4 dos conteúdos programáticos.

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

The main objective of this course is to design and implement efficient solutions to concrete problems. In order to achieve this goal, students will learn:

1. To identify and implement the abstract data types in the problem domain: This material is introduced in the syllabus point 1, with several examples, and applied in all the examples used in the course.
2. To know the abstract data types in the field of data structures: This material is introduced in the syllabus point 3, with several examples.
3. To implement the data types in the field of data structures, always accompanied by the analysis of the complexity of the primitives supported: This material is introduced in the points 2 and 4 of the syllabus.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na exposição da matéria em aulas teóricas e na resolução de problemas em aulas práticas de laboratório.

Nas aulas teóricas, todos os conteúdos programáticos são apresentados utilizando exemplos práticos concretos.

Para a maturação dos conteúdos, é realizado um conjunto de exercícios nas aulas práticas onde os alunos desenham, analisam e implementam programas para problemas concretos, aplicando os conhecimentos adquiridos.

Os alunos vão sendo avaliados ao longo do semestre através do desenvolvimento de trabalhos práticos de pequena dimensão e de testes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There are one lecture and a lab session each week.

In the lectures, all course contents are presented using concrete practical examples. In the laboratory, students design, analyse and implement programs for specific problems by applying the knowledge gained.

Students will be evaluated by practical works and a test.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Em cada exercício realizado na unidade curricular, os alunos analisam e resolvem problemas concretos utilizando as técnicas e/ou métodos dados nas aulas teóricas.

Na análise é necessário identificar os tipos abstractos de dados necessários do domínio do problema, utilizando a metodologia apresentada na unidade curricular (ponto 1 do conteúdo programático).

Na resolução é necessário seleccionar os tipos abstractos de dados do domínio das estruturas de dados que melhor se adequam à resolução do problema em questão (ponto 3 do conteúdo programático), e desenhar algoritmos com as técnicas seleccionadas (ponto 4 do conteúdo programático), especificando e justificando todas as opções tomadas (pontos 2 e 4 do conteúdo programático).

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

In each exercise performed in the course, students analyze and solve practical problems using the techniques and / or methods given in lectures.

This analysis is necessary to identify abstract data types required of the problem domain, using the methodology presented in the course (syllabus point 1).

The resolution is necessary to select the abstract data types of the domain of data structures that are best suited to solving the problem in question (point 3 of the syllabus), and design algorithms with selected techniques (point 4 of the syllabus), specifying and justifying all choices made (points 2 and 4 of the syllabus).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Mark Allen Weiss.

Data Structures and Algorithm Analysis in C (second edition).

Addison-Wesley, 1997.

ISBN 0-201-49840-5 (Hard cover)

Linguagem de Programação C

Brian Kernighan and Dennis Ritchie

The C Programming Language (second edition).

Prentice-Hall, 1988.

ISBN 0-13-110362-8 (Paperback)

Pedro Guerreiro.

Elementos de Programação com C (3ª edição).

FCA - Editora de Informática, 2005.

Luis Damas.

Linguagem C (12ª edição).

FCA - Editora de Informática, 2005.

Mapa IX - Modelos Probabilísticos em Investigação Operacional / Probabilistic Models in Operations Research

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos Probabilísticos em Investigação Operacional / Probabilistic Models in Operations Research

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

Ruy Araújo da Costa - TP: 56

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

n/a

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

Compreender a importância das distribuições Exponencial e de Poisson no contexto das Filas de Espera.

Compreender e utilizar adequadamente os modelos básicos, com prioridades e envolvendo distribuições não exponenciais.

Compreender e utilizar adequadamente Redes de filas de espera (em série e redes de Jackson).

Compreender a Regressão Linear Simples.

Compreender Métodos de Alisamento: Médias móveis simples e ponderadas; alisamento exponencial.

Compreender Métodos clássicos de decomposição e factores sazonais e Modelos com tendência e sazonalidade - o alisamento de Holt-Winters.

Conhecer a existência dos modelos ARIMA.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand the importance of the Exponential and Poisson Distributions in Queueing models.

Understand and adequately use basic queueing models, models with priorities and involving non-exponential distributions.

Understand and adequately use Queueing Networks (series and Jackson networks).

Understand Simple Linear Regression.

Understand Smoothing Methods: moving averages and exponential smoothing.

Understand classical Decomposition Methods and Models with trend and season factors - Holt-Winters smoothing.

Know the existence of ARIMA models.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Modelos de Filas de Espera:

- Introdução. As distribuições Exponencial e de Poisson.

- O modelo M/M/1.

- Os modelos M/M/s, M/M/s/K e M/M/s/N.

- Filas de espera com prioridades.

- Filas de espera envolvendo distribuições não exponenciais (modelos M/G/1, M/D/s e M/Ek/s).

- Redes de filas de espera: filas de espera em série e redes de Jackson.

Modelos de Previsão:

- Introdução. Fundamentos estatísticos.

- Regressão Linear Simples. Modelos não lineares usando regressão linear.

- Métodos de Alisamento: Médias móveis simples e ponderadas; alisamento exponencial.

- Métodos clássicos de decomposição e factores sazonais.

- Modelos com tendência e sazonalidade - o alisamento de Holt-Winters.

- Introdução aos modelos ARIMA.

6.2.1.5. Syllabus:

Queueing Models:

- Introduction. The Exponential and Poisson distributions.

- The M/M/1 model.

- The M/M/s, M/M/s/K and M/M/s/N model.

- A priority-discipline queueing model.

- Queueing models involving non exponential distributions (M/G/1, M/D/s and M/Ek/s models).

- Queueing networks: infinite queues in series; Jackson networks.

Forecasting models:

- Introduction. Statistical fundamentals.

- *Simple Regression Analysis. Nonlinear models using linear regression.*
- *Smoothing Methods: simple and weighted moving averages; exponential smoothing.*
- *Decomposition methods and seasonal indexes.*
- *Trend-seasonal and Holt-Winters smoothing.*
- *Introduction to ARIMA models.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O estudo das Filas de Espera inicia-se com a apresentação do papel fulcral das distribuições Exponencial e de Poisson no contexto das Filas de Espera.

Em seguida, são apresentados os modelos básicos de Filas de Espera. Posteriormente, estuda-se modelos com prioridades e modelos envolvendo distribuições não exponenciais.

Finaliza-se com o estudo de Redes de filas de espera (em série e redes de Jackson).

O estudo da Previsão inicia-se com a Regressão Linear Simples.

Em seguida, estuda-se Métodos de Alisamento: Médias móveis simples e ponderadas; alisamento exponencial.

Estuda-se Métodos clássicos de decomposição e factores sazonais e Modelos com tendência e sazonalidade - o alisamento de Holt-Winters.

Termina-se com uma introdução aos modelos ARIMA.

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

Understand the importance of the Exponential and Poisson Distributions in Queueing models.

Before teaching any Queueing Models, the important role of Exponential and Poisson distributions is presented.

Then, basic Queueing models are presented. Afterwards, models with priorities and models involving non-exponential distributions are presented.

Queueing Networks (series and Jackson networks) is the last topic present in Queueing models.

Forecasting is introduced using Simple Linear Regression.

Smoothing Methods (moving averages and exponential smoothing) are the presented.

Then, classical Decomposition Methods and Models with trend and season factors - Holt-Winters smoothing are studied.

A brief introduction to ARIMA models is carried out.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas práticas decorrem em laboratório computacional, permitindo a imediata implementação informática dos conceitos transmitidos, bem como o desenvolvimento de modelos de filas de espera ou de previsão.

A classificação final na unidade curricular é resultante da avaliação escrita individual - 3 testes durante o período letivo, ou o exame de recurso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Laboratory sessions will take place in a computer room, allowing students to apply and develop the topics studied.

Final grade: 3 written tests during classes, or 1 exam afterwards.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas decorrem em laboratório computacional o que é fundamental para assegurar um contexto de permanente aplicação.

Nas primeiras 7 semanas do semestre estuda-se modelos de Filas de Espera, utilizando-se o Excel para apoio ao cálculo.

Nas últimas 7 semanas do semestre estuda-se modelos de Previsão, utilizando-se o Excel.

O 1º Teste diz respeito aos modelos de Filas de Espera, excetuando as Redes de Filas de Espera.

O 2º Teste diz respeito às Redes de Filas de Espera e à Regressão Linear e Métodos de Alisamento.

O 3º Teste diz respeito aos Métodos clássicos de decomposição e aos Modelos com tendência e sazonalidade.

A utilização de aulas em laboratório computacional e a realização dos 3 Testes garantem uma aprendizagem adequada.

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

Laboratory sessions take place in a computer room, which allows a "hands on" approach.

Queueing models are studied in the first 7 weeks, using Excel to minimize computation efforts.

Forecasting models are studied in the last 7 weeks, using Excel.

1st Test involves Queueing models (except Queueing Networks).

2nd Test involves Queueing Networks, Linear Regression and Smoothing Methods.

3rd Test addresses Classic Decomposition Methods and Models with Trend and Season Factors.

Laboratory sessions in a computer room and taking 3 Tests will ensure an adequate learning of Queueing and Forecasting Models.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Hillier, F.; Lieberman, G.: Introduction to Operations Research, Mc Graw-Hill Ed, 1990.

- Winston, W.: Operations Research – Applications and Algorithms, Duxbury Ed, 1994.

- Valadares Tavares et al.: Investigação Operacional, Mc Graw-Hill Ed, 1996.

- DeLurgio, S.: Forecasting Principles and Applications, Irwin/Mc Graw-Hill Ed, 1998.

Mapa IX - Estatística Biomédica / Biomedical Statistics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Biomédica / Biomedical Statistics

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

Carlos Manuel Agra Coelho (sem horas de contato)

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

Inês Jorge da Silva Sequeira - TP: 28h

Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço - TP: 28h

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

Os alunos devem-se familiarizar com os principais métodos estatísticos aplicados nas ciências da vida e da saúde, de forma a saberem aplicá-los apropriadamente na resolução de problemas concretos da vida real, na análise de dados, estimação e previsão associadas a esses fenómenos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students must be familiarized with the main statistical methods used in life sciences and health, so they can employ them properly in the resolution of real life problems, to analyse data, estimate and predict the corresponding underlying phenomena.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1: Métodos estatísticos em epidemiologia: Modelos lineares generalizados; Metodologia ROC; Estatística espacial.

Módulo II: Dados longitudinais e análise de sobrevivência. Módulo III: Introdução à estatística Bayesiana: O paradigma Bayesiano; Inferência Bayesiana; Estimação sequencial e Markov Chain Monte Carlo (MCMC).

6.2.1.5. Syllabus:

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Na área das ciências da vida e da saúde conduzem-se diversos estudos de diagnóstico, ensaios clínicos, estudos epidemiológicos, etc. que dão origem a muitos dados, com idiosincrasias variadas, que devem ser analisados, modelados e previstos, de forma a serem úteis. Nesta disciplina ensinam-se as principais ferramentas estatísticas para tal, metodologias que diferem bastante entre si mas que adequam as especificidades de cada problema concreto com a metodologia adequada, justificando essa escolha com os pressupostos de cada um dos modelos estudados e com o tipo de dados em análise, sendo o fio condutor desta disciplina a aplicação.

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

In life sciences and health areas there are several diagnostic studies, clinical trials, epidemiological studies, etc. that originate lots of data, of different idiosyncrasies, that must be analysed, modelled and predicted, in order to be of any help. In this discipline the main statistical tools to do so are taught, methods that differ quite a lot between them but that adequate the specificities of each problem with the correct method, justifying the choice with each models assumptions and the type of data under analysis, being the conducting wire of this discipline the application.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas de exposição das matérias teóricas, ilustradas de exemplos práticos e complementada pela resolução de exercícios com a participação activa dos alunos. Adicionalmente, os alunos terão aulas laboratoriais onde poderão implementar eles próprios, com a orientação do docente, as diversas análises estatísticas a conjuntos de dados fictícios e reais, com recurso ao software R. As aulas tutoriais servirão para uma interacção mais próxima entre as dificuldades dos alunos e o docente e também para a exposição de trabalhos que os alunos forem efectuando. Trabalhos e/ou testes e/ou por módulos e/ou exame final, ficando ao critério do(s) docente(s) e dentro das necessidades dos próprios módulos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures where the theoretical concepts are exposed, practical examples are given and exercises are solved with the active participation of students. Additionally, student have laboratorial classes where they can implement themselves, with the teacher guidance, the different statistical analyses to invented and real data sets, using the software R. Tutorial classes are meant to provide a more close interaction between the students difficulties and the teacher as well as a time for students expose the assignments that they are meant to do.

Assignments and/or tests by module and/or final exam, according to the characteristics of the modules.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

É necessário primeiramente justificar teoricamente as metodologias estatísticas a serem empregues, detalhando quais os pressupostos que as acompanham, para seguidamente exemplificar na prática a sua aplicação. A resolução de exercícios ajuda os alunos a compreenderem mais eficazmente que metodologia deve ser empregue em que ocasião. As aulas laboratoriais ajudam a implementar computacionalmente as referidas metodologias a conjuntos de dados muitas vezes não triviais e as aulas tutoriais completam o ciclo da aprendizagem dirigindo-se aos pontos que eventualmente não ficaram bem esclarecidos e permitindo, com a exposição dos seus trabalhos, que os alunos apreendam melhor os conceitos tendo de os explicar aos outros

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

Firstly it is necessary to justify theoretically the statistical methods to be employed, detailing carefully the assumptions behind them, for then exemplifying in practice their application. The resolution of exercises helps students to understand better which method should be employed in each situation. In laboratorial classes the referred methodologies are implemented computationally with data sets that are not always trivial. Tutorial classes complete the learning cycle addressing the points that eventually were not completely clear and allowing, with the presentation of their works, that students apprehend better the concepts having to explain them to the others.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Carvalho, L. & Natário, I. (2008). *Análise de dados espaciais. SPE.*
- Turkman, M.A.A., Silva, G.L. (2000). *Modelos lineares generalizados - da teoria à prática. SPE.*
- Cressie, N.A.C. (1993). *Statistics for spatial data. Wiley, 2nd Edition.*
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. (1989). *Generalized linear models. Chapman & Hall/CRC, 2nd Edition.*
- Zhou, X-H et al. (2011). *Statistical methods in diagnostic medicine. Wiley, 2nd Edition.*
- Cabral, M.S. & Gonçalves, M.H. (2010). *Análise de dados longitudinais. SPE.*
- Rocha, C. & Papoila, A.L. (2009). *Análise de sobrevivência. SPE.*
- Diggle, P. et al. (2002). *Analysis of longitudinal data. Oxford University Press, 2nd Edition.*
- Klein, J.P. & Moeschberger, M. (2003). *Survival analysis. Springer, 2nd Edition.*
- Collett, D. (1994). *Modelling survival data in medical research. Chapman & Hall.*
- Paulino, C.D., Turkman, M.A.A. & Murteira, B. (2003). *Estatística Bayesiana. Fundação Caloust Gulbenkian.*

Mapa IX - Segurança Social e Fundos de Pensões / Social Security and Pension Funds

6.2.1.1. Unidade curricular:

Segurança Social e Fundos de Pensões / Social Security and Pension Funds

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contacto)

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

Maria de Lourdes Belchior Afonso: TP-56h

6.2.1.4. Objectivos 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:
Identificar os subsistemas da Segurança Social (Lei de Bases da Segurança Social)
Calcular a pensão de reforma por velhice e invalidez do subsistema previdencial de acordo com a legislação aplicável.
Principais Sistemas e problemas da Segurança Social.
Definir e explicar a teoria dos três pilares.
Definir planos e fundos de pensões.
Compreender os conceitos associados aos Planos de Pensões.
Desenhar um Plano de Pensões.
Compreender o impacto dos pressupostos na avaliação de benefícios e contribuições futuras.
Avaliar actuarialmente responsabilidades e contribuições num Plano de Pensões (Benefício Definido e Contribuição Definida)
Distinguir os métodos actuariais de financiamento.
Compreender o funcionamento e gestão de fundos de pensões.
Ter algumas noções de ALM.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and powers to:
Identify subsystems of Portuguese Social Security (Social Security)
Calculate the pension for retirement and disability in accordance with the applicable legislation.
Major Systems and Social Security issues.
Define and explain the theory of the three pillars.
Set plans and pension funds.
Understand the concepts related with pension plans.
Elaborate a Pension Plan.
Understand the impact of the assumptions in the actuarial evaluation of benefits and future contributions.
Assess actuarial liabilities and contributions in a Pension Plan (Defined Benefit and Defined Contribution)
Distinguish the actuarial funding methods.
Understand the modus operandus and management of pension funds.
Getting some knowledge of ALM.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

A Segurança Social
Teoria dos três pilares
Principais Sistemas e problemas da Segurança Social
Planos e fundos de pensões
Legislação
Desenho de planos de pensões
Pressupostos para avaliação de benefícios e contribuições futuras
Avaliação actuarial de responsabilidades e contribuições (Planos de Benefício Definido)
Métodos actuariais de financiamento
Planos de Contribuição Definida
Breves noções de gestão de fundos de pensões
Modelos de ALM aplicados a pensões

6.2.1.5. Syllabus:

Social Security
Social Security Three pillar system

Main systems and problems of the Social Security
 Pension plans
 Portuguese Legislation
 Implementing a Pension plan
 The importance of the hypotheses in the evaluation of liabilities
 Evaluation of Liabilities
 Actuarial methods of funding
 Defined contribution pension plans
 Some topics on management
 ALM models

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão integrada dos sistemas que complementam a redução de rendimento após a reforma ou decorrente de uma eventualidade (morte ou invalidez, outras). Esses sistemas são a Segurança Social, sistema obrigatório, ao qual são dedicados os três primeiros capítulos, e os Planos de Pensões (facultativos e privados). A temática dos Planos e correspondentes Fundos de Pensões é introduzida recorrendo á legislação em vigor (Capítulos 4 a 6). Segue-se metodologia para proceder a avaliações actuariais de responsabilidades com os Planos de Pensões de Benefício Definido (Capítulos 7 a 9) e com Planos de Contribuição Definida (Capítulo 10). Termina-se com breves noções sobre gestão de Fundos de Pensões e modelos de Asset Liability Management.

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

The syllabus of the course provides students with an integrated vision of the systems that complement the reduction of income after retirement or due to a contingency (death or disability, other). These systems are Social Security, mandatory system, which are devoted the first three chapters, and Pension Plans (voluntary and private). Plans and corresponding Pension Funds are introduced using legislation (Chapters 4-6). Chapters 7 to 9 introduce the methodology to evaluate actuarial responsibilities with Pension Plans of Defined Benefit and Defined Contribution Plans (Chapter 10). Brief notions about management of Pension Funds and Asset Liability Management models ended the syllabus.

6.2.1.7. 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. Serão desenvolvidos trabalhos práticos (em aula e fora de aula), cujo objectivo é consolidar os conceitos que foram aprendidos nas aulas.

Componentes da avaliação:

Dois testes que versam os conhecimentos teóricos e práticos da Unidade Curricular.

Dois trabalhos práticos que permitem ao aluno aplicar os conhecimentos adquiridos a realizar uma avaliação actuarial de responsabilidades com um Plano de Pensões.

Classificação final:

A classificação final $CF = 0.2 T1 + 0.3 T2 + 0.25 TG + 0.25 TI$, onde CF é a classificação final (até 20 valores); T1 e T2 são as classificações dos testes (até 20 valores) substituído por 0.5 E, classificação do exame final; TG e TI são as classificações (até 20 valores) dos trabalhos práticos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In lectures we will explain and discuss program topics of the course. The themes are introduced by the teacher, consolidated whenever possible with real examples taken from the insurance industry. Students will develop practical assignments (in class and outside of class), whose aim is to consolidate the concepts that were learned in the classroom.

Evaluation components:

Two quizzes, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.

Two practical assignments that allow students to apply the knowledge acquired to perform an actuarial valuation of liabilities for a pension plan.

The final classification

$FC = 0.2 T1 + 0.3 T2 + 0.25 TG + 0.25 TI$, where FC is the final classification (up to 20 values); T1 and T2 are the classification (up to 20 values) of the two quizzes replaced by 0.5 E where E is the classification of the final exam; TG and TI are the classification (up to 20 values) of the practical assignments.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática actuarial aplicada a fundos de pensões, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A utilização da legislação em vigor permite ao aluno desenvolver capacidades de procura e interpretação de Leis, Decretos-Lei e Portarias, onde se encontra a informação relevante para o cálculo das pensões e para o funcionamento dos sistemas de pensões.

A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios e nos trabalhos 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.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand actuarial mathematics concepts applied to pension funds as well as the practical use of acquired concepts. The use of Portuguese legislation allow the student to develop search abilities and abilities to interpretation of Laws and Decrees, where relevant information to the calculation of pensions and the description of the systems is written.

Applying the theoretical concepts in solving exercises and practical assignments, 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Legislação em vigor

Bowers, Newton, Gerber, Hickman, Jones and Nesbitt. (1997) Actuarial Mathematics (second edition). Itasca, Illinois: The Society of Actuaries

Winklevoss, H (2002) Pension mathematics with numerical illustrations; Pension Research Council of the Wharton School of the University of Pennsylvania.

Neill, A. (1992) Life contingencies. Butterworth-Heinemann, Oxford

Garcia, J; Simões, O (2010) Matemática Actuarial - Vida e Pensões. Editora Almedina

Mapa IX - Projeto em Investigação Operacional / Operations Research Project

6.2.1.1. Unidade curricular:

Projeto em Investigação Operacional / Operations Research Project

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

Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira - TP: 56h

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

n/a

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

Desenvolver a capacidade de utilizar técnicas de investigação operacional para formular, propor e implementar métodos de resolução de problemas reais da indústria.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Development of skills to apply operation research techniques to model and solve real problems from industry.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Tratando-se de uma u.c. inserida na oferta curricular de 2º ciclos de estudo em áreas com afinidade científica com a Matemática, pretende-se que o programa de PIO se possa adaptar ao perfil académico dos alunos.

A componente letiva abordará aspectos teóricos que são relevantes para a resolução de problemas reais, como Modelação, Otimização Linear, não Linear e inteira e métodos heurísticos, entre outros.

Esta formação visa dotar os alunos das competências necessárias para o desenvolvimento do projeto, cujo tema será uma aplicação da Investigação Operacional à indústria.

6.2.1.5. Syllabus:

OR Project is a course that can be adapted to the student's academic profile.

Classes will allow students to grasp the theoretical subjects that are relevant to solving real world problems, including modeling; linear, nonlinear and integer optimization; and heuristics.

The classes will provide students with the necessary skills to be able to carry out their Projects, that will be some application of operations research to industry.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Tratando-se de uma u.c. inserida na oferta curricular de 2º ciclos de estudo em áreas com afinidade científica com a Matemática, pretende-se que o programa de PIO se possa adaptar ao perfil académico dos alunos.

Assim, a componente letiva abordará os tópicos (modelação, otimização linear, não linear e inteira e métodos heurísticos) mais relevantes para a modelação e resolução de problemas reais.

A execução do projecto vai aferir e potenciar a articulação entre os tópicos teóricos e a sua aplicação prática na resolução de problemas

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

OR Project is a course that can be adapted to the student's academic profile.

Classes will allow students to grasp those topics (modeling; linear, nonlinear and integer optimization; and heuristic) which are more relevant to address real world problems from industry.

The execution of the project will promote the articulation between the theoretical topics and the application.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta u.c. é semestral e a sua lecionação compreende aulas em regime teórico-prático em laboratório computacional e o desenvolvimento, pelos alunos, de um trabalho autónomo na forma de projecto.

Durante as aulas os alunos farão uma apresentação do trabalho em curso. Cada aluno deverá preparar um Relatório associado ao Projeto desenvolvido. O Projeto consiste na modelação e resolução de um problema real ligado à indústria.

A classificação final terá em conta a complexidade do Projeto desenvolvido, o grau de autonomia do estudante, a apresentação feita durante o semestre e o relatório final apresentado.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

O.R. Project is a semester course and students will carry out autonomous work, in order to complete their projects.

Classes will allow students to grasp the theoretical subjects that are relevant to solving real world problems.

Each student will present in class the ongoing work. Each student will submit a Report describing the Project that was developed.

Final Assessment will take into account the complexity of the Project developed, the presentation of the ongoing work, and the final Report submitted.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A componente letiva abordará os tópicos (modelação, otimização linear, não linear e inteira e métodos heurísticos) mais relevantes para a modelação e resolução de problemas reais.

A execução do projecto vai aferir e potenciar a articulação entre os tópicos teóricos e a sua aplicação prática na resolução de problemas.

O relatório associado ao projeto desenvolvido vai permitir avaliar a capacidade de desenvolver soluções para problemas reais ligados à indústria.

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

Classes will allow students to grasp those topics (modeling; linear, nonlinear and integer optimization; and heuristic) which are more relevant to address real world problems from industry.

The execution of the project will promote the articulation between the theoretical topics and the application.

The Report associated the developed project will permit to assess the skills in finding solutions for real word problems from industry.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia específica será indicada em função do tema do projecto. Como bibliografia geral propõe-se:

- *Introduction to Operations Research*, Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman.
- *Operations Research: An Introduction (8th Edition)*, Hamdy A. Taha.
- *Operations Research Applications and Algorithms*, Wayne L. Winston.

Mapa IX - Estatística Econométrica e Financeira / Econometric and Financial Statistics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Econométrica e Financeira / Econometric and Financial Statistics

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

Carlos Manuel Agra Coelho - TP: 56h

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

n/a

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

- 1) Compreender e ser capaz de aplicar os seguintes métodos estatísticos que necessitam do uso intensivo do computador: algoritmos do tipo Newton-Raphson, Monte Carlo, técnicas de reamostragem (Bootstrap e Jackknife), técnicas de amostragem-reamostragem e simulação iterativa (Método de Monte Carlo via Cadeias de Markov, MCMC).*
- 2) Compreender a teoria que sustenta a robustez dos algoritmos e das técnicas que constituem o programa da disciplina.*
- 3) Ser capaz de utilizar o software estatístico R-project em casos de estudo recorrendo a bibliotecas estatísticas desenvolvidas especificamente para os métodos lecionados ou ter a capacidade de adaptar essas bibliotecas de modo a resolver os problemas de modo eficiente.*
- 4) Ser capaz de escrever relatórios onde se documenta e suporta cientificamente, recorrendo à estatística, a análise realizada e as conclusões relativas ao caso de estudo.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1) To be able to understand and apply the following statistical methods which need intensive use of the computer: algorithms of type Newton-Raphson, Monte Carlo, resampling techniques (Bootstrap e Jackknife), sampling-resampling techniques and iterative simulation (Monte Carlo via Markov Chain, MCMC method).*
- 2) To understand the basics and the theory which supports the algorithms and techniques taught in the course.*
- 3) To be able to use the statistic software R in applied problems, by using the adequate available libraries or by adequately modifying them in case of necessity.*
- 4) To be able to write reports where, using statistical techniques, a full analysis of the study case is done and well justified conclusions are drawn.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Geração de números aleatórios, geração de variáveis aleatórias discretas e contínuas.*
- 2. Método de Newton-Raphson.*
- 3. Método dos Scores de Fisher (modelos lineares generalizados).*
- 4. Técnicas de redução de variância.*
- 5. Técnicas de reamostragem: Bootstrap e Jackknife.*
- 6. Métodos de Monte Carlo.*
- 7. Métodos de amostragem-reamostragem.*
- 8. Métodos de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC): algoritmos de Gibbs Sampler e Metropolis Hastings.*
- 9. Aplicações dos métodos em vários contextos (regressões logística, Poisson, Gaussiana, Gama, séries temporais, modelos hierárquicos, etc.)*
- 10. Uso das técnicas aprendidas e adaptação das bibliotecas a casos de estudo de índole prática.*
- 11. Elaboração de relatórios onde se documenta e suporta cientificamente, recorrendo à estatística, a análise realizada e as conclusões relativas a cada caso de estudo.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Pseudo-random number generation (discrete and continuous).*

2. Newton-Raphson method.
3. Fisher scoring method (generalized linear models).
4. Variance reduction techniques.
5. Resampling techniques: Bootstrap and Jackknife.
6. Monte Carlo methods.
7. Sampling-resampling methods.
8. Monte Carlo via Markov Chain (MCMC) methods: the Gibbs Sampler and Metropolis Hastings algorithms.
9. Application of the methods in different contexts (logistic, Poisson, Gaussian, Gamma regression, time series, hierarchical models, etc.)
10. Utilization of the learned techniques and adaptation of the libraries to practical case studies.
11. Writing of reports where, using statistical techniques, a full analysis of some case studies is done and conclusions drawn.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Nos capítulos 1., 2. e 3. estudam-se a geração de números aleatórios, o método de Newton- Raphson e o método dos Scores de Fisher. No capítulo 4 introduzem-se as técnicas de redução de variância de modo a tornar a estimação robusta. Os capítulos 5., 6., 7. e 8. são dedicados às técnicas de reamostragem. Nestes capítulos são estudam-se os métodos e técnicas e também a teoria que os suporta pelo que se cobrem em simultâneo os dois primeiros objetivos enunciados. No fim de cada capítulo resolvem-se exemplos de aplicação das técnicas estudadas com recurso ao software R pelo que se cobre também parte do terceiro objetivo enunciado.

Nos capítulos 9. e 10. aplicam-se os diferentes métodos a alguns modelos específicos, (regressões logística, Poisson, Gaussiana, Gama, séries temporais, modelos hierárquicos, etc.) e elaboram-se os respetivos relatórios cobrindo assim os terceiro e quarto objetivos.

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

Chapter 1.,2. and 3. is devoted to pseudo-random number generation, Newton-Raphson method and Fisher scoring method. In chapter 4. the variance reduction techniques are introduced addressing robustness of the estimates. Chapters 5.,6.,7. and 8. are devoted to resampling techniques. In all these chapters we study the methods, the techniques and also the theory that support them and therefore we cover the first and second objective. At the end each chapter, practical examples are solved using the software R and thus part of the third objective is also covered.

In chapters 9., and 10. the different methods are applied to specific models (logistic, Poisson, Gaussian, Gamma regression, time series, hierarchical models, etc.) and the respective reports are written which covers the third fourth objective.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados. De seguida são apresentados problemas que são resolvidos em laboratório usando o software R. Estes problemas são realizados em laboratório usando o software R e pretende-se que os alunos participem ativamente na sua resolução. Deste modo os alunos adquirem as competências relativas ao software estatístico.

A avaliação consiste na realização de quatro trabalhos com relatório e um teste final escrito. Os trabalhos que os alunos realizam para avaliação são apresentados e discutidos na sala de aula.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture-lab classes, where together with the explanation of the main concepts and results illustrative examples are given, are the adequate way to convey the course contents to students. Next some problems are proposed to the students to be solved in a lab using the software R and the students are supposed to take part in their resolution. This way the students acquire the basic expertise in the application of the statistic software.

The evaluation consists on the realization of four practical problems with a written report and a written final test. The practical problems solved for the evaluation are presented and discussed by the students in the classes.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A forte componente prática desta unidade curricular que faz uso intensivo de computação justifica que as aulas sejam teórico-práticas o que permite uma maior proximidade temporal entre a exposição dos resultados e conceitos e a sua aplicação através da implementação computacional dos correspondentes métodos e técnicas. A componente de avaliação em que os alunos resolvem problemas em grupo e depois apresentam na aula permite que todos os alunos possam aprender e discutir as diferentes especificidades de cada problema.

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

The strong practical component of this course that makes intensive use of computer justifies the lecture-lab classes which will allow for a higher closeness in time between the exposition of the concepts and results and their application by the computational implementation of the related methods and techniques. The evaluation component where the students solve

the problems in a group and then make an exposition in the class will allow that all the students could learn and discuss the different issues of each problem.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. Davison, A.C., Hinkley, D.V., *Bootstrap Methods and their Application*, Cambridge University Press, 1997.
2. Gamerman, D., Lopes, H.F., *Stochastic Simulation for Bayesian Inference*, Chapman & Hall/CRC, 2006.
3. Gentle, J.E., *Random Number Generation and Monte Carlo Methods*, Springer-Verlag, 1998
4. Hossack, I.B., Pollard, J.H., Zehnwirth, B., *Introductory Statistics with Applications in General Insurance*, Cambridge University Press, 2nd Edition, 1999.
5. McCullagh, P., Nelder, J.A., *Generalized Linear Models*, London: Chapman and Hall, 1983.
6. Ross, S.M., *Simulation*, 3rd Edition, Academic Press, 2002.
7. Venables, W.N., Ripley, B.D., *Modern Applied Statistics with S-Plus*, Springer, 1996.

Mapa IX - Atuariado Não Vida / Non-Life Insurance

6.2.1.1. Unidade curricular:

Atuariado Não Vida / Non-Life Insurance

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

Rui Manuel Rodrigues Cardoso - TP: 56h

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

n/a

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

Ter conhecimentos acerca das distribuições mais usuais nos ramos não vida

Saber caracterizar os modelos de risco e aplicá-los

Saber calcular probabilidades, de forma exacta ou aproximada, associadas às indemnizações agregadas

Conhecer os principais métodos de cálculo de prémios e os respectivos valores

Conhecer os principais tratados de resseguro e a sua influência nas indemnizações agregadas

Saber calcular probabilidades de ruína, aproximadas ou exactas, quer em tempo contínuo como em tempo discreto em certas situações simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To have knowledge of the mais distributions in Non-life Insurance

To know the characteristics of the risk models and apply them

To calculate the exact ou approximated probabilities related to aggregate claims

To know the main principles of premium calculation

To know the main reinsurance treaties ant their influence on the aggregate claims

To calculate ruin probabilities, exact or approximated, in continuous or discrete time for some simple problems

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Distribuições de danos: Distribuições Normal, Gama, Log-normal, Pareto, Poisson, binomial e binomial negativa, distribuições mistas, distribuição da soma de variáveis aleatórias independentes;

Modelos de risco: modelo de risco individual (hipóteses do modelo, determinação da distribuição das indemnizações totais), modelo de risco colectivo (hipóteses do modelo, determinação da distribuição das indemnizações agregadas, fórmula de Panjer, aproximações da distribuição das indemnizações agregadas);

Princípios de cálculo de prémios: exemplos de princípios e propriedades;

Resseguro: tipos de tratados de resseguro, efeito do resseguro na distribuição das indemnizações agregadas, formas e montantes óptimos de resseguro;

Teoria da Ruína: processo de risco, probabilidade de ruína em horizonte finito e infinito, modelos em tempo contínuo e discreto, coeficiente de ajustamento e a desigualdade de Lundberg, aproximações da probabilidade de ruína, resseguro e ruína.

6.2.1.5. Syllabus:

- Loss distributions
- Risk models
- Premiums
- Reinsurance
- Ruin theory

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Primeiro é feita uma revisão de algumas distribuições que intervêm nos modelos de risco individual e colectivo. A partir da caracterização destes modelos, estudam-se alguns métodos de cálculo de probabilidades associadas às indemnizações agregadas, isto é ao valor total das indemnizações que podem ocorrer numa carteira de apólices durante um determinado tempo. Depois de caracterizadas as indemnizações agregadas em termos probabilísticos, são abordados os principais princípios de cálculo de prémios, que têm por base certos parâmetros associado ao total das indemnizações. A seguir estudam-se os principais tratados de resseguro que permitem mitigar o risco associado às eventuais indemnizações de uma carteira. Por fim, é abordado a noção de ruína da seguradora, ou em particular de um conjunto de apólices, ou seja quando a atividade deixa de ser lucrativa, tendo em conta os vários parâmetros que a caracterizam desde os prémios recebidos aos tratados de resseguro que se podem negociar.

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

First we made a revision of the main distributions that are used in the risk models, individual and collective. From here, some methods for the calculation of probabilities related to aggregate claims are studied. After this probabilistic characterization, we study the main principles of premium calculation which retrieve some information about the aggregate claims. Then we study the main reinsurance treaties that allow to mitigate the risks. Finally, we look at ruin theory, mainly the ruin probability, that is the probability that the insurance company or policy portfolio get bankrupted, taking in consideration the several parameters that may govern the insurance activity such as premiums and reinsurance treaties.

6.2.1.7. 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 no ramo vida seguindo-se uma breve discussão.

Componentes da avaliação:

Três testes que versam os conhecimentos teóricos e práticos da Unidade Curricular.

A classificação final é a média aritmética das notas de cada um dos testes, ou no caso de não aprovação na época normal será a nota no exame de recurso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In lectures we will explain and discuss program topics of the course. The themes are introduced by the teacher, consolidated whenever possible with real examples taken from the insurance industry following a brief discussion.

Evaluation components:

Three tests, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.

The final classification is the average of the grades obtained in each test, in case of fail it will be the grade of the final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática actuarial aplicada a ramos vida, 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.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand actuarial mathematics concepts applied to life insurance as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Asmussen, S. (2000) Ruin Probabilities, World Scientific, River Edge, NJ

Bowers, Newton, Gerber, Hickman, Jones and Nesbitt. (1997) *Actuarial Mathematics (second edition)*. Itasca, Illinois: The Society of Actuaries

Buhlmann, H. (1970) *Mathematical Methods in Risk Theory*, Springer-Verlag, New York

Centeno, M. L. (2003), *Teoria do Risco na Actividade Seguradora*, Celta Editora - Coleção Económicas, Oeiras

Dickson, D. C. M. (2005) *Insurance Risk and Ruin*, Cambridge University Press, Cambridge

Egídio dos Reis, A. D. (1999) *Teoria da Ruína*, CEMAPRE, n. 17/TA, ISEG, Lisboa

Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J. & Denuit, M. (2001) *Modern Actuarial Risk Theory*, Kluwer Academic Publishers, Boston

Klugman, S. A., Panjer, H. H. and Willmot, G. E. (2004) *Loss Models*, John Wiley & Sons, New Jersey

Rolski, T., Schmidli, H., Schmidt, V. and Teugels, J. (1999) *Stochastic Processes for Insurance and Finance*, John Wiley & Sons, Chichester

Mapa IX - Estatística Multivariada / Multivariate Statistics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Multivariada / Multivariate Statistics

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

Carlos Manuel Agra Coelho (sem horas de contato)

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

Filipe José Gonçalves Pereira Marques - TP: 56h

6.2.1.4. Objectivos 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 vectores de médias, regressão multivariada, análise canónica, análise de componentes principais, análise factorial, análise discriminante e análise de clusters.

Utilizar adequadamente os conceitos e técnicas apreendidos juntamente com o software R na resolução dos mais diversos problemas da vida real.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Acquire basic knowledge in multivariate statistics, particularly about the multivariate Normal and Wishart distributions, inference about mean vectors, multivariate regression, canonical analysis, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis and cluster analysis.

Use the concepts and techniques properly apprehended along with the R software in solving most diverse problems of real life.

6.2.1.5. 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 vectores 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 - Análise de Componentes Principais e Análise Factorial

6 - Análise Discriminante e Classificação

6.2.1.5. Syllabus:

1 – Brief review of basic notions in Linear Algebra

2 – The Multivariate Normal distribution. Maximum likelihood estimators and their distributions. The Wishart distribution

3 – Inference on mean vectors

3.1 – One sample tests

3.2 – Two sample tests – paired and independent samples

3.3 – Tests based on more than two samples

4 – Multivariate Regression and Canonical Analysis

5 – Principal Component Analysis and Factorial Analysis

6 – Discriminant Analysis and Classification

7 – Cluster analysis

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Nos capítulos de 1 a 7 são explorados os seguintes temas: distribuições multivariada Normal e Wishart, inferência sobre vectores de médias, regressão multivariada, análise canónica, análise de componentes principais, análise factorial, análise discriminante e análise de clusters..

Nos materiais de apoio estão disponíveis slides de apoio a cada capítulo, exercícios com e sem resolução e ficheiros com dados que servem de base para a resolução dos mais diversos problemas.

Durante as aulas serão dadas todas as indicações necessárias para a utilização correcta do software R essencial para a resolução dos problemas propostos.

Muitos dos exercícios são baseados em problemas da vida real.

Os objectivos enunciados são assim abrangidos.

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

In chapters 1-7 the following topics are explored: the multivariate Normal and Wishart distributions, inference about mean vectors, multivariate regression, canonical analysis, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis and cluster analysis.

In the supporting materials are available: slides supporting each chapter, exercises with and without resolution and files with data that are the basis for the resolution of the most diverse problems.

During the classes will be given all the necessary information for correct use of the R software essential to the resolution of the problems proposed.

Many of the exercises are based on real life problems.

The objectives are thus well covered.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas são teóricas/práticas participadas, com exposição oral dos conceitos devidamente complementada com exemplos e resoluções de problemas. Os alunos necessitam de assistir a um mínimo de 2/3 das aulas teórico/práticas lecionadas para obter frequência. A avaliação contínua é baseada em 3 testes, T1, T2 e T3 sendo a nota final (NF) atribuída através da seguinte fórmula $NF=0.25*T1+0.5*T2+0.25*T3$. Os alunos obtêm aprovação se NF for superior ou igual a 9.5. Se o aluno não obtiver aprovação através de avaliação contínua poderá ainda obtê-la no exame de recurso se tiver nota superior ou igual a 9.5. Para mais detalhes por favor consulte os métodos de avaliação da disciplina.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Classes are theoretical/practical with oral presentation of the concepts together with examples and problem solving. The students need to attend a minimum of two thirds of the classes to obtain frequency. The continuous evaluation is based on three tests, T1, T2 and T3 being the note (NF) given by the following formula $NF=0.25*T1+0.5*T2+0.25*T3$. The students are approved if NF is greater than or equal to 9.5. If the students do not obtain approval through continuous evaluation they can*

still get approval in the resource examination with a score greater than or equal to 9.5. For more details please see evaluation methods section.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas e práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas que já contemplam estas duas vertentes. Os alunos podem ainda recorrer ao horário de dúvidas para colmatar dúvidas que persistam. A componente teórica será aprofundada através da exposição oral dos conceitos apoiada em slides devidamente elaborados para o efeito e através da análise e discussão de diferentes exemplos. A vertente prática será desenvolvida através da resolução de problemas e da discussão dos mesmos. A avaliação contínua é assegurada em três provas escritas.

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

The theoretical and practical components necessary to achieve the learning objectives are administered in classes that already include these two components. Students can also use the doubts schedule to clarify persistent doubts. The theoretical component shall be further developed through the oral presentation of the concepts supported by slides, properly designed for that purpose, and through analysis and discussion of various examples. The practical component will be developed by solving problems and by discussing them. The continuous evaluation is provided in three written tests.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Livro base:

Johnson, R. and Wichern, D. W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey

Livros Complementares:

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

Bibliografia Avançada:

Anderson, T. W. (2003), An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, 3rd ed., J. Wiley & Sons, New York

Muirhead, R. J. (1982), Aspects of multivariate statistical theory, Wiley, New York

Kshirsagar, A. M. (1972). Multivariate Analysis, Dekker, New York

Mapa IX - Modelos de Apoio à Decisão / Decision Support Models

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos de Apoio à Decisão / Decision Support Models

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

Ruy Araújo da Costa (sem horas de contato)

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

Nelson Fernando Chibeles Pereira Martins - TP: 56h

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

1 - Introduzir conceitos elementares de Teoria da Decisão;

2 - Apresentar aos alunos uma grande variedade de Modelos utilizados no apoio à tomada de decisão;

3 - Confrontar os alunos com as problemáticas associadas à subjectividade inerente às tomadas de decisão e apresentar como diferentes metodologias tratam essa subjectividade;

4 - Permitir aos alunos o contacto com situações de tomada de decisão quase-reais através da resolução de pequenos casos de estudo inspirados em situações reais;

5 - Expandir o conceito de Programação Linear à abordagem Multi-Objetivo;

6 - Apresentar diversos métodos de obtenção de Solução Eficientes em problemas de PLMO

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1 - Introduce basic Decision Theory definitions;

2 - Present several different models used in Decision Support Systems;

3 - Introduce students to problems related to the subjectivity of Decision Making and how different methodologies handle those problems;

4 - Facilitate the students' contact with quasi-real Decision Making Processes by exposing them to small Case Studies. These Case Studies are usually inspired in real situations.

5 - Generalize Linear Programming to Multi-Objective approaches;

6 - Present several methods for finding Efficient Solutions in MOLP problems

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 – Decisão Uni-Critério:

Decisão em Situação de Incerteza;

Decisão em Situação de Risco;

Decisões sequenciais e Árvores de Decisão;

Teoria da Utilidade;

Modelos Markivianos de Decisão;

2 – Decisão Multi-Critério:

Modelos Compensatórios – Técnica SMART

Modelos Não-Compensatórios – Métodos ELECTRE;

Modelos Hierárquicos – Filosofia AHP.

3 – Optimização Multi-Objectivo:

Soluções e Objectivos. Dominância e Eficiência;

Modelos com somas agregadas;

Modelos com vectores de pesos;

Modelos com mudança de escala;

Modelos de redução da região admissível;

Programação por Metas;

Modelos Interactivos: STEM.

6.2.1.5. Syllabus:

1 – One criterion decision:

Decision and Uncertainty;

Decision and Risk;

Sequential Decisions and Decision Trees;

Utility Theory;

Markov Decision Models;

2 – Multi Criteria Decision:

Compensatory Models – SMART Technique

Non-Compensatory Model – ELECTRE Methodology;

Hierarchic Models – AHP.

3 – Multi Objective Optimization:

Solutions and Objectives. Dominance and Efficiency;

Aggregated Sums Models;

Weight Vectors Models;

Change of Scale;

Reduction of Feasible Region;

Goal Programming;

Interactive Models: STEM.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1, dedicado à tomada de decisão em ambiente Uni-objetivo, cobre o primeiro objetivo de aprendizagem e, parcialmente, o segundo.

O capítulo 2 desenvolve as metodologias Multi-Critério e, portanto, abrange os segundo e terceiro objetivos de aprendizagem.

O último capítulo, Otimização Multi-Objetivo, corresponde aos últimos dois objetivos programáticos.

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

Chapter 1 is dedicated to One Criterion Decision Making and covers the first Learning Objective and, partially, the second.

Chapter 2 develops Multi-Criteria Methodologies and covers the second and third learning objectives.

Last Chapter, Multi-Objective Optimization, corresponds to the last two learning objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada aula de 4 horas será composta por duas partes:

Uma expositiva, na qual a matéria será introduzida aos alunos;

Uma exploratória, na qual os alunos desenvolverão a assunto estudado analisando, resolvendo e discutindo um Case Study.

As aulas decorrerão em laboratório computacional.

É obrigatória a obtenção de frequência para se ter acesso à avaliação. A frequência será obtida por assistência ao mínimo de 2/3 das aulas ou através da classificação mínima de 3 em 80% dos TPC semanais.

A avaliação contínua é composta por três testes, abordando cada teste partes independentes da matéria.

Os alunos que não obtiverem a aprovação na avaliação contínua poderão tentar aprovar em Exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Each 4 hour lesson will have two parts:

During the expositive part, the studied subject will be presented to the students;

During the exploratory part, students will analyse, solve and discuss a case study.

Lessons will be held on a computational lab.

Students will have to attend to a minimum of 2/3 of lessons or will be excluded from evaluation.

During the semester there will be 3 mid-term tests. A student who succeeds on the mid-terms will be exempted from the final examination.

Students who fail on the mid-terms can try to succeed on the final examination.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A estrutura das aulas proporciona a integração imediata dos conceitos teóricos com a vertente aplicada, através da resolução e discussão dos casos de estudo. Esta abordagem permite, também, responder ao 4º Objectivo de Aprendizagem.

Cada um dos três testes focar-se-á num capítulo fechado em termos de conceitos, encerrando a temática e facilitando a organização do estudo.

As aulas em laboratório laboratorial permitirá que os alunos tenham contacto com algumas aplicações informáticas de distribuição comum utilizadas nesta área (Excel e Geogebra).

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

The 4 hour lessons and the analysis of the case studies allow the complete integration of theoretical concepts and the applied approach. This methodology also ensures that the 4th learning objective is covered.

Each of the three mid-term tests will focus on a chapter and will act as a closure to the correspondent global theme. This will aid the students' study organization.

The lessons being held on computational lab will ensure the contact with easy to find informatic applications used in Decision Theory (Excel e Geogebra).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Hillier, Lieberman, Introduction to Operations Research (1990 - 5ªEd.) - Mc Graw - Hill

Ruy A. Costa, "Elementos de apoio às aulas de Investigação Operacional (B)", "Enunciados de Exercícios de Investigação Operacional (B)"

Goodwin, P. e Wright, G. – Decision Analysis for Management Judgement (1991) – John Wiley & Sons

Anderson et al – Quantitative Methods for Business (2001) – SW College Publishing

Saaty, T. L.– The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation (1990) – RSW Publications

Steuer, R. E.– Multiple Criteria Optimizations: Theory, Computation, and Application (1986) – John Wiley & Sons

Mapa IX - Empreendedorismo / Entrepreneurship

6.2.1.1. Unidade curricular:

Empreendedorismo / Entrepreneurship

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

Virgílio António da Cruz Machado: TP-9h

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

Rogério Salema Araújo Puga Leal: TP-9h

Fernanda Antonia Josefa Llussá: TP-9h

Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita: TP-9h

Ana Sofia Dinis Esteves: TP-9h

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

O curso pretende motivar os alunos para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras. No final desta unidade curricular, os alunos deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;
- 4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico-financeiro. Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intra-empreendedorismo.

6.2.1.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o aluno ao empreendedorismo e à percepção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:

- 1) na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;
- 2) na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;
- 3) na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;
- 4) na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:

- 1) to transform scientific knowledge in business ideas;
- 2) to create, select and develop an idea for a new product or service;
- 3) to draw a business plan and a marketing plan;
- 4) to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso será ministrado a alunos dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais (TP), organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS. As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão alunos provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios. A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS.

Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem. Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os alunos deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o aluno possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana anterior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing. Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os alunos que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;*
- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.*
- 3) a participação dos alunos nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação*

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

- 1) the presentation of practical and successful cases;*
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.*
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.*

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Books

Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.
Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall
Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.
Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th

Ed.

Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill
Hisrich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage Publications, Inc
Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007

Journals

Entrepreneurship Theory and Practice
Journal of Entrepreneurship
International Entrepreneurship and Management Journal
International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research

Mapa IX - Seminário em Atuariado, Estatística e Investigação Operacional / Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário em Atuariado, Estatística e Investigação Operacional / Seminar

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

Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira - TP: 28h

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

n/a

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

O Seminário em Atuariado, Estatística e Investigação Operacional (SAEIO) é uma unidade curricular com 3 ECTS do Mestrado em Matemática e Aplicações. Pretende-se que o aluno desenvolva um trabalho de investigação, com alguma profundidade, de um tema específico de atuariado, estatística ou investigação operacional, previamente acordado, culminando na apresentação e discussão de um relatório.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

SAEIO is a 3 ECTS curricular unit of the MSC in Mathematics and its Applications. In this course, each student is intended to develop a research study on a specific topic from actuary, statistics or operations research, previously accorded, and elaborate a report that will be presented and discussed.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa não é definido à priori. O aluno escolhe um assunto específico de uma lista de tópicos de atuariado, estatística ou investigação operacional para tratar na u.c. Dependendo do tópico, é indicado o material relevante para o estudo desse assunto.

6.2.1.5. Syllabus:

Subjects are not priory fixed. Depending on the topic that each student selects from a list of problems from actuary, statistics and operations research, the material will be settled accordingly.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa de SAEIO é adaptado à escolha do tópico a tratar por cada aluno, podendo constituir temas de atuariado, estatística ou investigação operacional. Esse material constitui o suporte científico do assunto a tratar. A apresentação, discussão e acompanhamento dos temas e do estudo em desenvolvimento realiza-se em regime tutorial. A elaboração do relatório vai aferir a capacidade de aplicar os conhecimentos ao problema concreto em estudo.

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

Subjects are adapted to fit the topic, from actuary, statistics or operations research that each student selects for working. Subjects will be treated in tutorial classes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa de SAEIO é adaptado à escolha do tópico a tratar por cada aluno, podendo constituir temas de atuariado, estatística ou investigação operacional. Esse material constitui o suporte científico do assunto a tratar. A apresentação, discussão e acompanhamento dos temas e do estudo em desenvolvimento realiza-se em regime tutorial. A elaboração do relatório vai aferir a capacidade de aplicar os conhecimentos ao problema concreto em estudo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Subjects are adapted to fit the topic, from actuary, statistics or operations research that each student selects for working. Subjects will be treated in tutorial classes.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

O programa de SAEIO é adaptado à escolha do tópico a tratar por cada aluno, podendo constituir temas de atuariado, estatística ou investigação operacional. Esse material constitui o suporte científico do assunto a tratar. A apresentação, discussão e acompanhamento dos temas e do estudo em desenvolvimento realiza-se em regime tutorial. A elaboração do relatório vai aferir a capacidade de aplicar os conhecimentos ao problema concreto em estudo.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Subjects are adapted to fit the topic, from actuary, statistics or operations research that each student selects for working. Subjects will be treated in tutorial classes.

6.2.1.9. Bibliografia principal:
A bibliografia será indicada para convenientemente cobrir o assunto respeitante ao tópico selecionado por cada aluno para desenvolver na u.c..

Mapa IX - Otimização Não Linear / Non Linear Optimization

6.2.1.1. Unidade curricular:
Otimização Não Linear / Non Linear Optimization

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira (sem horas de contato)

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Paula Alexandra da Costa Amaral Jorge - TP: 56h

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os objectivos são:

1 - Ser capaz de distinguir os problemas difíceis.

2- Conhecer as condições de optimalidade para optimos locais e os métodos para sua identificação.

3- Perceber a filosofia de abordagem cada método e ser capaz de os comparar relativamente ao seu mérito/fragilidades e taxas de convergência.

4- Compreender a simplificação dos métodos quando aplicados a problemas particulares como o problema dos mínimos quadrados.

5- Ter uma visão geral sobre os métodos de optimização global.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The goals are:

1- To distinguish the problems by degree of difficulty.

2 - To know optimality conditions and methods for local optima.

3- To understand how the methods "work" for problems with and without constraints, and to be able to compare their merits and weaknesses and convergence rate.

4- To understand the application of some methods for special problems like least squares.

5- To be have an overview of global optimization methods.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
1) Optimização Não Linear (ONL) sem restrições

a) Fundamentos de ONL sem restrições. Método de Newton.

b) Métodos de pesquisa em linha

c) Métodos de região de confiança

d) Métodos de quasi-Newton

2) Optimização Não Linear com restrições

a) Fundamentos de ONL com restrições

b) Programação quadrática

c) Métodos das penalidades, de barreira e do Lagrangeano aumentado

3- Problemas de mínimos quadrados

4- Discussão de abordagens para problemas de optimização global

6.2.1.5. Syllabus:

- Unconstrained Problems

1.1 Basics. Newton method for local optima.

1.2. Line search methods.

1.3. Trust region methods.

1.4. Quasi-Newton methods.

2- Constrained optimisation

2.1. Basics

2.2. Quadratic Programming.

2.3. Penalties, Barrier and augmented Lagrangian methods.

3- Least Squares Problems

4- Brief introduction to global optimization.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A introdução dos conhecimentos é construtiva, sendo os capítulos anteriores uma base para o capítulo seguinte. Nenhum item pode ser considerado supérfluo.

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

Every chapter is a base for the next chapter. The introduction of subjects is progressive and highly correlated to previous mater.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso é leccionado em quatro horas semanais de aulas teórico-práticas podendo também funcionar em regime tutorial.

A avaliação é feita com base em dois trabalhos práticos, correspondentes a uma implementação computacional com relatório, discussão do relatório e um teste escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This is a four hours weekly course and it may also be lectured in tutorial mode.

The evaluation is done by two practical implementation of an algorithm with report and discussion and a written test.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Dada os objectivos do curso e do programa a metodologia é coerente uma vez que promove a compreensão dos saberes e sua aplicação.

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

The methodology is defined in accordance to the program and goals, promoting the understanding of methods and its application.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Bertsekas, Dimitri P. (1995) - “Nonlinear Programming”,Athena Scientific;

Nash, Stephen G.; Sofer, Ariela, (1996) – “Linear and Nonlinear Programming”, McGraw-Hill;

Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J., (1999) – “Numerical Optimization”, Springer-Verlag.

Mapa IX - Modelação Estatística de Valores Extremos / Statistical Modeling of Extreme Values

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelação Estatística de Valores Extremos / Statistical Modeling of Extreme Values

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

Carlos Manuel Agra Coelho (sem horas de contato)

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

Frederico Almeida Gíão Gonçalves Caeiro - TP: 56h

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

- 1. Compreender os conceitos matemáticos fundamentais de estatísticas ordinais e teoria de valores extremos;*
- 2. Conhecer os principais modelos usados em Estatística de Extremos;*
- 3. Conhecer as principais metodologias de estimação usadas nos modelos referidos em 2.;*
- 4. Fazer a modelação estatística de acontecimentos raros com a ajuda do software R, disponível em www.r-project.org*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Underst the mathematical bases of Order Statistics and Theory of Extreme Values;*
- 2. Know the main models that are relevant to the analysis of Extreme Value*
- 3. Know the main statistical methods used for the models in 2.;*
- 4. Statistical modelling of rare events using the software R, available at www.r-project.org.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelos Probabilísticos em Estatística de Extremos

- 1.1 Motivação e Áreas de Aplicação;*
- 1.2 Modelos exactos de estatísticas ordinais,*
- 1.3 Modelos assintóticos de estatísticas ordinais;*
- Classificação e distribuição assintótica das estatísticas ordinais;*
- Distribuição assintótica para sequências dependentes de estatísticas ordinais;*
- 1.4 Modelo assintótico dos excessos de um nível elevado.*

2. Análise Estatística de Valores Extremos

- 2.1 Inferência dos parâmetros dos modelos*
- 2.2 Selecção e validação do modelo*
- 2.3 Inferência em modelos extremais*
- 2.4 Inferência em modelos para os excessos*
- 2.5 Modelação em sequências dependentes*
- 2.6 Modelação em sequências não estacionárias*
- 2.7 Extremos Multivariados*
- 2.8 Extremos Espaciais.*

3. Aplicações a dados reais, usando o software R.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Probabilistic Models in Statistics of Extremes

- 1.1 Motivation and domains of application;**
- 1.2 Exact distribution of Order Statistics;**
- 1.3 Asymptotic distribution of Order Statistics;**
- Classification and asymptotic distribution of Order Statistics;**
- Asymptotic distribution for dependent sequences of Order Statistics;**
- 1.4 Asymptotic Model for the excesses over a high threshold.**

2. Statistical Analysis of Extreme Values

- 2.1 Statistical Inference;**
- 2.2 Model selection and validation;**
- 2.3 Statistical Inference in Extreme Value models;**
- 2.4 Statistical Inference in excess models;**
- 2.5 Statistical methods for dependent sequences;**
- 2.6 Statistical methods for non stationary sequences;**
- 2.7 Multivariate Extremes;**
- 2.8 Spatial Extremes.**

3. Applications to real datasets, using the software R.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1 é dedicado ao estudo de conceitos matemáticos fundamentais, e dos modelos exactos e assintóticos usados em Estatística de Extremos. Cobrem-se, assim os dois primeiros objetivos de aprendizagem enunciados.

No capítulo 2 estudamos os métodos estatísticos usados nos modelos estudados no capítulo 1, e corresponde ao terceiro objectivo de aprendizagem.

Com base nestes conhecimentos, fazemos a modelação estatística usando o software R. Isto corresponde ao último objectivo de aprendizagem.

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

In Chapter 1 we study the fundamental mathematical concepts and exact and asymptotic models used in Statistic of Extremes. That covers the first two learning objectives.

Chapter 2 is dedicated to the study of the statistic methodology for the models introduced in Chapter 1 and corresponds to the third learning objective.

Based on this knowledge it will then be possible to do the statistical modeling using the software R. This corresponds to the last learning objective.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias teóricas são apresentadas e explicadas aos alunos nas aulas teóricas-práticas (4h/semana). Essas matérias são aplicadas pelos alunos na resolução de problemas académicos também durante as aulas.

Componentes da avaliação contínua

- Um teste que avaliam os conhecimentos teóricos e práticos da disciplina.*
- Dois trabalhos que avaliam, essencialmente, a aplicação das metodologias estudadas.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical issues are presented and explained to students in theoretical-practical classes (4h/week). Those issues are will also be applied by students to solve academic problems in the classes.

Evaluation components

- Midterm test, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.*
- Two projects.*

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas teórico-práticas permitem uma maior proximidade temporal entre a exposição de resultados e conceitos e a sua aplicação através da resolução de exercícios ou da sua implementação computacional.

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

The lecture-lab classes give us a higher closeness between the exposition of the results and concepts their application by

problem-solving or computational implementation.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Arnold, B.C., Balakrishnan, N. & Nagaraja, H.N. (1992). A First Course in Order Statistics, Wiley, New York.

David, H. A. & Nagaraja, H. N. (2003). Order Statistics, 3rd ed. Wiley, New York.

Beirlant, J., Teugels, J. L. & Vynckier, P. (1996). Practical Analysis of Extreme Values. Leuven University Press, Leuven.

Beirlant, J., Goegebeur, Y., Segers, J. & Teugels, J. (2004). Statistics of Extremes: Theory and Applications, Wiley Series in Probability and Statistics.

Coles, S. G. (2001) An introduction to the Statistical Modelling of Extreme Values. Springer.

Haan, L. de & Ferreira, A. (2006). Extreme Value Theory: an Introduction, Springer Series in Operations Research and Financial Engineering.

Reiss, R.-D. & Thomas, M. (2007). Statistical Analysis of Extreme Values, with Application to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields, 3rd edition, Birkhäuser Verlag.

Mapa IX - Gestão do Risco em Atuariado Vida / Risk Management in Life Insurance

6.2.1.1. Unidade curricular:

Gestão do Risco em Atuariado Vida / Risk Management in Life Insurance

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contacto)

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

Rui Manuel Rodrigues Cardoso: TP-56h

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

Saber calcular os vários tipos prémios associados a qualquer combinação de modalidades básicas de seguros de vida, incluindo contrasseguro de prémios

Conhecer os métodos de cálculo das provisões matemáticas e saber calcular os valores das provisões matemáticas usando esses métodos

Saber calcular os valores de resgate e de redução

Saber construir um modelo simples de estados, calcular as probabilidades de transição entre os vários estados, bem como o prémio associado a um seguro que tem por base tal modelo

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To be able to calculate the several premiums related to any combination of life insurance basic products, including premium refund

To know the methods of calculation of Premium Reserves and to be able to calculate such values

To be able to calculate surrender values and the values resulting from the cancelation of premiums to be paid in future

To be able to construct a simple state model, to calculate the transition probabilities between states and, as well as to calculate the premium related to that model

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Prémios únicos e prémios escalonados

Contrasseguro de prémios

Encargos

Provisões matemáticas

Valores de resgate e de redução

Modelos de múltiplos estados

6.2.1.5. Syllabus:

Premiums

Policies with premium refund

Expense loadings

Premium Reserves

Surrender values and alterations

Multiple state models

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Primeiro são introduzidos os vários tipos de prémios puros: únicos, nivelados e naturais. Os prémios puros e nivelados são aqueles habitualmente usados nos seguros de vida e os prémios naturais servem de medida do risco assumido anualmente por uma seguradora em cada seguro. A seguir estuda-se a influência da inclusão do contrasseguro e posteriormente dos encargos no cálculo dos prémios únicos e nivelados, de onde resultam os prémios de inventário e comercial. Depois, pegando nas noções de prémios naturais e prémios únicos e nivelados, explica-se a razão de se constituírem as provisões matemáticas e consequentemente estudam-se os vários métodos de cálculo das mesmas bem como a influência dos encargos no valor da provisão. No seguimento da noção de provisão são introduzidas noções de valor de resgate e de redução. Por fim é estudado um modelo mais complexo, habitualmente usado em seguros de invalidez, considerando os vários estados pelo qual a pessoa segura poderá passar.

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

First we introduce several types of net premiums: single, annuity and natural. The net annuity premiums are usually used in life insurance and the natural premiums are used as measure risk. Then we consider the influence of refund premiums and expenses in the calculation of premiums from where we get the gross premiums. From the concepts of net and natural premiums we explain the reason for the calculation of reserves and consequently we study its calculation methods as well the inclusion of expenses in the computation of the reserves. Using this concept of reserve we introduce the surrender values and policy alterations. At the end we study a more complex model, usually used for disability insurance, considering the multiple states of an insured.

6.2.1.7. 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 no ramo vida seguindo-se uma breve discussão.

Componentes da avaliação:

Três testes que versam os conhecimentos teóricos e práticos da Unidade Curricular.

A classificação final é a média aritmética das notas de cada um dos testes, ou no caso de não aprovação na época normal será a nota no exame de recurso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In lectures we will explain and discuss program topics of the course. The themes are introduced by the teacher, consolidated whenever possible with real examples taken from the insurance industry following a brief discussion.

Evaluation components:

Three tests, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.

The final classification is the average of the grades obtained in each test, in case of fail it will be the grade of the final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática actuarial aplicada a ramos vida, 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.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand actuarial mathematics concepts applied to life insurance as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Bowers, Newton, Gerber, Hickman, Jones and Nesbitt. Actuarial mathematics (second edition). Itasca, Illinois: The Society of Actuaries, 1997.
Dickson, D.C.M., Hardy, M.R. and Waters, H.R.. Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks. Cambridge University Press, 2009
Garcia, J.A. e Simões, O.A.. Matemática Actuarial: Vida e Pensões. Almedina. 2010
Gerber, Hans U. Life insurance mathematics (third edition). Springer-Verlag, Berlin, 1997.
Neill, A. Life contingencies. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992.
Silva, A. Matemática das Finanças. Vol I. McGraw-Hill, 1995.

Mapa IX - Programação Orientada pelos Objetos B / Object-Oriented Programming B

6.2.1.1. Unidade curricular:

Programação Orientada pelos Objetos B / Object-Oriented Programming B

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

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

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

Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro: T-42h; PL-52h

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

Saber:

Conceitos fundamentais de Programação Orientada pelos Objetos (POO), como o de identidade dos objectos, classe, interface, polimorfia e herança.

Técnicas e algoritmos para o processamento de listas, cadeias de caracteres, vetores, dicionários e conjuntos, etc.

Programação genérica.

Bibliotecas de classes e sua utilização.

Conceitos básicos de Engenharia de Software na perspetiva de um programador, como a qualidade, reutilização, custos e manutenção, ou eficiência de implementações.

Saber fazer:

Projetar e Desenvolver aplicações com POO.

Resolver problemas com POO.

Usar abordagens de verificação e validação.

Realizar de forma progressivamente mais autónoma, individualmente e em grupo, projetos de desenvolvimento de software.

Competências Complementares:

Apetência pela programação e pela resolução de problemas de programação e concepção de programas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowledge:

Object-Oriented Programming (OOP) concepts, namely object identity, class, interface, polymorphism and inheritance.

Techniques and algorithms for processing data structures such as lists, strings, vectors, dictionaries, and sets.

Basic mechanisms of generic programming.

Class libraries and learn how to reuse them.

Basic Software Engineering concepts, from a developer perspective, such as software quality, reuse, development and maintenance costs, or implementation efficiency.

Application:

Design and develop software applications using OOP.

Problem solving with OOP.

Using verification and validation techniques.

Increasingly autonomous software development skills, both in solo and as a team member.

SoftSkills:

Build up an interest for programming and solving problems, namely program design.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Especificação de interfaces e respectiva documentação*
- 2. Concepção de programas estruturados em classes*
- 3. Polimorfia de interfaces*
- 4. Herança de classes*
- 5. Polimorfia de herança*
- 6. Tratamento de exceções*
- 7. Programação genérica*
- 8. Utilização de tipos genéricos e colecções*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Interface specification and documentation*
- 2. Software design with classes*
- 3. Interface polymorphism*

4. Class inheritance
5. Inheritance polymorphism
6. Exception handling
7. Generic programming
8. Usage of collection generic types

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa incide sobre o desenvolvimento de software usando programação orientada pelos objectos. São estudados conceitos fundamentais deste paradigma, nomeadamente identidade dos objectos, classes, interfaces, polimorfia e herança. Estudam-se vários tipos de colecções, suportadas por tipos genéricos, que armazenam e permitem manipular objectos nas diversas estruturas de dados. O estudo de técnicas de processamento destas estruturas permite exercitar a algoritmia, usando de forma eficiente bibliotecas de classes disponíveis. A qualidade e robustez do software desenvolvido é reforçada pela utilização de técnicas como o tratamento de excepções. A construção de software reutilizável, com as vantagens que traz em termos de custos de desenvolvimento e manutenção é incutida de modo transversal ao longo de toda a unidade curricular, e reforçada pela utilização de bibliotecas de classes genéricas.

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

The syllabus focuses on Object-Oriented software development. The main concepts of this paradigm, such as classes, interfaces, polymorphism and inheritance, are studied. Several types of collections that allow storing and manipulating of their elements in different data structures are also addressed. These data structures are built using generic data types. Learning techniques on how to efficiently reuse these collections, available from library classes, is used for developing the student's algorithmic skills. The quality and robustness of software are fostered through the usage of techniques such as exception handling. The concern for building reusable software, with its underlying advantages with respect to development and maintenance costs, cross-cuts the whole unit and is reinforced with the reuse of generic classes libraries.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas funcionam em anfiteatro com projecção do ecrã do computador do professor. Há apresentações de diapositivos que também constituem elementos importantes para o estudo das matérias dadas. Parte da leccionação poderá ser feita usando no ambiente de desenvolvimento, resolvendo os problemas que ilustram as matérias apresentadas.

As aulas práticas funcionam em laboratório. Na realização dos trabalhos, os alunos resolvem exercícios que constituem exemplos concretos de aplicação dos conceitos dados nas anteriores aulas teóricas. Os exercícios apresentados nas aulas práticas são variantes dos problemas abordados nas aulas teóricas. A sua resolução é o principal componente de preparação para a realização dos trabalhos práticos.

Os trabalhos práticos constituem parte da avaliação e são realizados pelos alunos fora das aulas práticas e em grupos de dois, podendo excepcionalmente ser realizados individualmente.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures consist on a theoretical exposition, illustrated by application examples, and supported by slides and the usage of the software development environment of the lecturer.

In the lab sessions, students solve problems by concretely applying the concepts discussed in the previous lectures.

Work assignments complement lectures and practical training as well as providing important assessment material.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

O programa incide sobre o desenvolvimento de software usando programação orientada pelos objectos. São estudados conceitos fundamentais deste paradigma, tais como classes, interfaces, polimorfia e herança. Estudam-se vários tipos de colecções, construídas com tipos genéricos, que armazenam e permitem manipular objectos em diferentes estruturas de dados. O estudo de técnicas de processamento destas estruturas permite exercitar a algoritmia, usando de forma eficiente bibliotecas de classes disponíveis. A qualidade do software desenvolvido é reforçada pela utilização de técnicas como a definição de asserções, a construção sistemática de testes, ou o tratamento de excepções. A construção de software reutilizável, com as vantagens que isso traz em termos de custos de desenvolvimento e manutenção é incutida de modo transversal ao longo de toda a unidade curricular, e reforçada pela utilização de bibliotecas de classes genéricas.

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

The program focuses on the development of software by means of object oriented techniques, covering fundamental concepts such as classes, interfaces, polymorphism and inheritance. Various kinds of collection classes relating to various kinds of data structure are studied. Study of techniques for processing such structures comprises training in algorithms. Software quality is encouraged through the techniques such as the definition of assertions and exception handling. Construction of reusable software is encouraged throughout the course and reinforced by the use of generics libraries.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Cay Horstmann, *Java Concepts*, 4ª Edição (ou seguintes), Wiley, 2005, ISBN-10: 0471697044.
- *Diapositivos de Programação Orientada pelos Objetos* (serão disponibilizados gradualmente na página moodle da cadeira).
- F. Mário Martins, *Java 5 e Programação por Objetos*, FCA, 2006, ISBN 978-972-7225484.

Mapa IX - Algoritmos para Problemas Difíceis / Algorithms for Hard Problems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Algoritmos para Problemas Difíceis / Algorithms for Hard Problems

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

Luís Manuel Marques da Costa Caires - TP: 28h; PL:26h

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

n/a

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

Saber: Aprofundar o conhecimento sobre duas técnicas de desenho de algoritmos: estratégias greedy e programação dinâmica. Definir algumas classes de complexidade e compreender alguns problemas em aberto.

Reconhecer os problemas das classes NP e PSPACE. Conhecer alguns métodos gerais para conceber algoritmos de aproximação e algoritmos aleatórios.

Saber Fazer: Conceber e analisar um algoritmo aplicando, quer uma estratégia greedy (quando existe), quer programação dinâmica. Provar que um problema é NP-completo ou PSPACE-completo. Conceber e analisar um algoritmo de aproximação e um algoritmo aleatório para um problema concreto. Seleccionar as técnicas apropriadas a um problema.

Competências Complementares: Capacidade de investigação e autonomia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowledge: Be familiar with two algorithm design techniques: greedy strategies and dynamic programming.

Define some complexity classes and understand some open problems. Recognize NP- and PSPACE-problems.

Know some general methods for designing approximation algorithms and randomized algorithms.

Application: Design and analyse a greedy algorithm (when there is an applicable strategy) and a dynamic programming algorithm. Make NP- and PSPACE-completeness proofs. Design and analyse an approximation algorithm and a randomized algorithm for a real-world problem. Select the suitable techniques to solve a problem.

Soft-skills: Skills in research and autonomy.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1.Técnicas avançadas de desenho de algoritmos. Algoritmos greedy. Programação dinâmica.

2.Introdução à Teoria da Complexidade. As classes P, FP, NP, PSPACE e EXPTIME. Os afixos co, difícil e completo. Redução de problemas. Alguns problemas em aberto.

3.Algoritmos de aproximação. Rácio de aproximação. Estratégias greedy. Os métodos primal-dual e primal. Esquemas de aproximação.

4.Algoritmos aleatórios. Análise probabilística. Os métodos de Monte Carlo e de Las Vegas. As classes RP e ZPP.

6.2.1.5. Syllabus:

1.Advanced algorithm design techniques. Greedy algorithms. Dynamic programming.

2.Introduction to the Theory of Complexity. The classes P, FP, NP, PSPACE, and EXPTIME. The affixes co, hard and complete. Problem reductions. Some open problems.

3.Approximation algorithms. Approximation ratio. Greedy strategies. The primal-dual and the primal methods. Approximation schemes.

4.Randomized algorithms. Probabilistic analysis. The Monte Carlo and the Las Vegas methods. The classes RP and ZPP.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os objectivos da unidade curricular podem ser sintetizados da seguinte forma.

1.Aprofundar o conhecimento sobre algoritmos greedy e programação dinâmica: Estas técnicas são introduzidas no ponto 1 dos conteúdos programáticos, com vários exemplos, e aplicadas nos pontos 3 e 4, onde são seleccionadas para desenhar alguns algoritmos de aproximação ou aleatórios.

2.Conhecer as principais classes de complexidade, em particular, a dos problemas NP-completos: Isto é abordado pela primeira vez no ponto 2 e é retomado com frequência nos pontos 3 e 4, porque muitos problemas estudados são NP-difíceis.

3.Conceber e analisar algoritmos de aproximação e algoritmos aleatórios para problemas concretos: Os pontos 3 e 4 cobrem esta matéria com muitos exemplos, que ilustram e permitem aplicar os diferentes métodos estudados. O rácio de aproximação e a análise probabilística são necessários para se poderem analisar (avaliar) os algoritmos desenvolvidos.

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

The unit objectives can be summarized in the following way.

- 1.Be familiar with greedy algorithms and dynamic programming: These techniques are introduced in syllabus topic 1, with several examples, and applied in topics 3 and 4, where they are selected to design some approximation or randomized algorithms.*
- 2.Know the main complexity classes, in particular, that of NP-complete problems: This is presented for the first time in topic 2 and often brought back in topics 3 and 4, because many studied problems are NP-hard.*
- 3.Design and analyse approximate algorithms and randomized algorithms for real-world problems: Topics 3 and 4 cover this material with many examples, which illustrate and allow all studied methods to be applied. The approximation ratio and the probabilistic analysis are needed to be able to analyse (evaluate) the developed algorithms.*

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na exposição da matéria em aulas teóricas e na resolução de problemas em aulas práticas de laboratório. No laboratório, os alunos identificam as classes a que os problemas pertencem e desenham, analisam e implementam algoritmos.

A avaliação é composta por dois trabalhos e dois testes. O primeiro trabalho consiste na resolução de um problema de um concurso de programação, com uma estratégia greedy ou com programação dinâmica, e o segundo num estudo comparativo, teórico e experimental, de soluções alternativas para um dado problema difícil. Em ambos os casos, os alunos elaboram um relatório e há uma discussão. Se a média dos testes não for positiva, os alunos podem realizar um exame final. Os testes e o exame são com consulta.

Condição para obter aprovação: $NotaP \geq 9.5$ e $NotaT \geq 9.5$, onde $NotaP$ é uma média ponderada das notas dos trabalhos e $NotaT$ é a média das notas dos testes ou a nota do exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There are two lectures and a lab session each week. In the laboratory, students identify the classes to which problems belong and design, analyse and implement algorithms.

Assessment comprises two programming projects and two tests. The first programming project consists in solving a programming contest problem, with a greedy strategy or dynamic programming, and the second in a theoretical and experimental comparative study of alternative solutions for a given hard problem. In both cases, students write a report and there is a discussion. If the mean of the test grades is less than 9.5 (out of 20), students can do a final exam. The tests and the exam are open-book.

Condition to succeed: $Pgrade \geq 9.5$ and $Tgrade \geq 9.5$, where $Pgrade$ is a weighted average of the project grades and $Tgrade$ is the mean of the test grades or the exam grade.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Nas aulas práticas, os alunos analisam e resolvem problemas concretos, utilizando as técnicas e os métodos dados nas aulas teóricas. Na fase de análise, os alunos começam por classificar o problema, identificando a sua classe de complexidade e o seu tipo. Depois, seleccionam a técnica de desenho (ou, nalguns casos, o método) que melhor se adequa àquele caso. Na fase de resolução, os alunos desenham o algoritmo, aplicando a técnica previamente escolhida, analisam-no e implementam-no. Todas as escolhas têm de ser justificadas.

Nas componentes de avaliação teóricas (testes e exame), os alunos são confrontados com questões e problemas que permitem avaliar a compreensão dos conceitos envolvidos na unidade curricular, a capacidade para efectuar escolhas apropriadas e a aptidão para desenhar e analisar algoritmos.

No primeiro trabalho, os alunos resolvem um problema de um concurso de programação, aplicando uma estratégia greedy ou programação dinâmica. Para além destes problemas serem sempre desafios interessantes, como estão especificados como problemas do mundo real, é mais difícil identificar a forma de os atacar (ou seja, a técnica de desenho de algoritmos que deve ser escolhida). Acresce que estes problemas só se consideram resolvidos quando o programa é aceite por um sistema automático de teste (Mooshak), o que obriga a desenhar e analisar adequadamente o algoritmo antes de o implementar, para que os tempos de execução e a memória requerida não excedam os limites permitidos. Neste caso, os alunos elaboram um relatório sobre o desenho, a análise e a implementação do algoritmo desenvolvido, especificando e justificando todas as opções tomadas.

No segundo trabalho, os alunos escolhem o problema difícil que pretendem resolver e efectuam um estudo comparativo, teórico e experimental, de soluções alternativas para esse problema, utilizando técnicas e métodos leccionados. O relatório apresenta e classifica o problema, identifica os vários modelos teóricos adoptados e descreve a sua aplicação, inclui a análise e a implementação dos respectivos algoritmos e contém uma análise dos resultados obtidos experimentalmente. Com este trabalho, pretende-se incentivar a autonomia e desenvolver a capacidade de investigação dos alunos.

Ao realizar ambos os trabalhos, os alunos desenvolvem a aptidão para seleccionar e aplicar as técnicas apropriadas, a aptidão para conceber e avaliar soluções e a capacidade de comunicação escrita.

Como em qualquer processo de aprendizagem, é fundamental que os alunos recebam feedback sobre o trabalho que vão realizando. Por esse motivo, os docentes identificam os pontos fortes e fracos de cada resolução, no final das aulas práticas ou logo após os trabalhos terem sido avaliados.

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

In lab sessions, students analyse and solve concrete problems, making use of the techniques and methods presented in the lectures. In the analysis phase, students start by classifying the problem, identifying its complexity class and its type. Then, they select the design technique (or, in some cases, the method) that is more appropriate in that case. In the solution phase,

students design the algorithm, applying the chosen technique, and perform its analysis and its implementation. All choices have to be justified.

The questions and problems posed in tests and exams allow the assessment of (1) the understanding of the concepts involved in the unit, (2) the ability to make suitable choices, and (3) the ability to design and analyse algorithms.

In the first programming project, students solve a programming contest problem, applying either a greedy strategy or dynamic programming. Apart from these problems always being interesting challenges, being stated as real-world problems makes it more difficult to identify the way to tackle them (that is, the algorithm design technique that should be chosen).

Besides, since a programming contest problem is considered to be solved only when the program is accepted by an automatic judging system (Mooshak), the algorithm has to be suitably designed and analysed before being implemented so that running times and memory requirements do not exceed the allowed limits. In this case, students write a report on the design, analysis and implementation of the developed algorithm, specifying and justifying all choices made.

In the second programming project, students choose the hard problem they want to solve and perform a theoretical and experimental comparative study of alternative solutions for that problem, applying techniques and methods studied. The report presents and classifies the problem, identifies the theoretical models adopted, describes their application, includes the analysis and the implementation of the corresponding algorithms, and contains an analysis of the experimental results. This aims at improving autonomy and research skills.

By doing both programming projects, students develop the ability to select and apply the appropriate techniques, the ability to create and evaluate solutions, and skills in writing communication.

As in any learning process, students have to receive feedback on their work. For this reason, teachers identify the strong and the weak points of each solution, at the end of lab sessions or just after the evaluation of the programming projects.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Main References:

1. Jon Kleinberg and Éva Tardos. *Algorithm Design*. Addison-Wesley, 2006.

2. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. *Introduction to Algorithms* (3rd edition). The MIT Press, 2009.

Complementary Reference:

3. Anany Levitin. *Introduction to The Design and Analysis of Algorithms* (3rd edition). Addison-Wesley, 2011.

4. Michael R. Garey and David S. Johnson. *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness*. W. H. Freeman and Company, 1979.

Mapa IX - Aprendizagem Automática e Data Mining / Machine Learning and Data Mining

6.2.1.1. Unidade curricular:

Aprendizagem Automática e Data Mining / Machine Learning and Data Mining

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

Pedro Manuel Corrêa Calvente Barahona - TP: 28h; PL: 28h

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

n/a

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

Conhecimentos:

- Compreender os paradigmas e desafios da área de Aprendizagem Automática. Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem Não-Supervisionada e Aprendizagem por Reforço.

- Aprender métodos fundamentais e suas aplicações na descoberta de conhecimento orientada aos dados. Dados, selecção de modelos, complexidade de modelos, etc.

- Compreender vantagens e limitações dos métodos de Aprendizagem Automática estudados.

Aptidões:

- Implementar e adaptar algoritmos de Aprendizagem Automática.

- Modelar experimentalmente dados reais usando esses algoritmos.

- Interpretar e avaliar resultados experimentais.

- Validar e comparar algoritmos de Aprendizagem Automática.

Competências:

- Capacidade de avaliar a adequação dos métodos a dados e aplicações práticas.

- Capacidade de avaliar criticamente os resultados obtidos.

- Autonomia para aplicar e aprofundar os conhecimentos na área de Aprendizagem Automática.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Knowledge:

- Understand the paradigms and challenges of Machine Learning, distinguishing Supervised, Unsupervised and Reinforcement learning.

- Learn the fundamental methods and their applications in data oriented knowledge discovery. Understand data

features, the selection of models and their complexity.

- Understand the advantages and disadvantages of the different methods.

Skills:

- Implement and adapt Machine Learning algorithms;

- Model real data experimentally.

- Interpret and evaluate experimental results.

- Validate and compare different Machine Learning algorithms.

Competences:

- Evaluate the suitability of each method to concrete applications and data sets.

- Critical evaluation of the results.

- Autonomy and self-reliance in the application and furthering studies in Machine Learning.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Aprendizagem Automática.

1.1 Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem Não-Supervisionada e Aprendizagem por Reforço.

1.2 Classificação, regressão e agrupamento.

2. Dados

2.1 Tipos de dados.

2.2 Medidas de proximidade e medidas de dispersão de dados.

2.3 Tópicos de pré-processamento e visualização de dados

2.4 Redução de dimensionalidade por Análise de Componentes Principais

3. Aprendizagem Supervisionada

3.1 Regressão

3.2 Árvores de Decisão

3.3 Redes Neurais

3.4 Máquinas de Suporte Vectorial

3.5 Modelos gráficos

3.6 Classificador dos K-Vizinhos mais Próximos

3.7 Avaliação e comparação de métodos de classificação

3.8 Ensembles

4. Aprendizagem Não-Supervisionada

4.1 Métodos de Agrupamento por Partição

4.2 Métodos de Agrupamento Hierárquico

4.3 Mapas Auto-Organizados

4.4 Métodos de Agrupamento Probabilístico

4.5 Métodos de Agrupamento Difuso

4.6 Avaliação de métodos e de resultados de agrupamento

6.2.1.5. Syllabus:

1. Introduction to Machine Learning

1.1 Supervised Learning, Unsupervised Learning and Reinforcement Learning.

1.2 Classification, regression and clustering.

2. Data

2.1 Types of Data

2.2 Measures of similarity and dissimilarity

2.3 Introduction to data pre-processing and visualization

2.4 Dimensionality reduction by Principal Component Analysis

3. Supervised Learning

3.1 Regression

3.2 Decision Trees

3.3 Artificial Neural Networks

3.4 Support Vector Machines

3.5 Graphical models

3.6 K-nearest neighbour classifier

3.7 Methods for classifier evaluation and comparison

3.8 Ensembles

4. Unsupervised Learning

4.1 Partitional clustering

4.2 Hierarchical clustering

4.3 Self organizing maps

4.4 Probabilistic clustering

4.5 Fuzzy clustering

4.6. Clustering evaluation

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa da disciplina, tanto na componente de Aprendizagem Supervisionada como na componente de Aprendizagem Não-Supervisionada, cobre todos os tópicos base e uma parte substancial dos tópicos considerados opcionais na sub-área ‘Advanced Machine Learning’ [elective] do Computer Science Curriculum 2013 da ACM

(<http://cs2013.org/>).

As várias metodologias estudadas são enquadradas com exemplos de aplicação.

Os trabalhos práticos e exercícios tutoriais permitem consolidar conhecimentos na implementação/adaptação dos algoritmos estudados a problemas reais. Será dada particular atenção à interpretação de resultados experimentais, avaliação dos métodos usados e comparação de modelos.

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

Both the Supervised and Unsupervised Learning components of the syllabus cover all the core subjects and most of the elective subjects for Machine Learning in the ACM Computer Science Curricula 2013

(<http://cs2013.org/>).

The methods studied are applied to practical examples. Tutorial classes and practical assignments promote the consolidation of theoretical knowledge as well as practice in the implementation and adaptation of the algorithms to real life problems. Practical assignments also focus on the interpretation of experimental results and the evaluation of the methods used, including the comparison of different models.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são leccionados os tópicos fundamentais da matéria, os quais deverão ser complementados com a leitura da bibliografia aconselhada. Nas aulas teóricas será dedicado tempo para exposição da matéria e para dúvidas e discussão com os alunos.

As aulas laboratoriais destinam-se à orientação tutorial e realização dos trabalhos práticos sobre tópicos seleccionados da matéria.

Serão disponibilizados os acetatos da matéria teórica.

Será disponibilizada uma página Web da disciplina onde se mantém informação actualizada sobre o funcionamento da mesma.

Avaliação

A avaliação da disciplina é composta por 2 testes escritos individuais e 2 trabalhos práticos de grupo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures will cover the fundamental topics of the subject matter, which the students should complement with the given bibliography. All lecture materials will be supplied for further study. Lectures will include some time for questions and discussion of the subject matter.

Tutorial classes will be dedicated to exercises and guidance in the practical assignments, focusing on selected topics.

Class schedules and materials will be supplied online, as well as additional information regarding the course.

Assessment

Students will be evaluated on 2 written individual tests and 2 group assignments.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os objetivos desta unidade curricular são:

a) a aquisição de conhecimentos teóricos para a compreensão dos vários paradigmas de Aprendizagem Automática, das metodologias e dos princípios da sua aplicação;

b) a aptidão para implementar estes algoritmos e, assim, resolver problemas práticos;

c) a competência para avaliar a adequação de cada método a cada caso particular e para avaliar criticamente os resultados obtidos.

O objectivo a) será atingido pela exposição da matéria, discussão e esclarecimento de dúvidas nas aulas teóricas, onde se abordará o fundamento teórico desta unidade curricular. Esta matéria será avaliada em testes individuais, onde os alunos têm um tempo limitado para mostrar o seu grau de assimilação e compreensão dos assuntos.

Os objectivos b) e c) serão atingidos principalmente pela componente prática da disciplina, se bem que sempre assente nas aulas teóricas, por meio das aulas práticas e do trabalho autónomo do aluno. As aulas práticas darão aos alunos oportunidade para aplicar os conhecimentos a casos concretos, experimentar as diferentes abordagens e examinar, em detalhe, os vários algoritmos em condições realistas. A componente prática será avaliada em dois trabalhos de grupo, avaliação esta que focará não só a implementação e aplicação prática dos algoritmos mas também a capacidade crítica de avaliação dos métodos escolhidos e dos resultados. Esta componente prática contribuirá também para a autonomia dos alunos.

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

The course objectives are:

a) the acquisition of theoretical knowledge to allow the understanding of the different Machine Learning paradigms, methodologies and their principles of application;

b) the skill to implement these algorithms and, thus, solve practical problems;

c) the competence to evaluate the suitability of each method to each specific situation and for a critical evaluation of the results.

Objective a) will be reached mainly through the theoretical lectures, which include exposition of the subject matter and discussion. These lectures will cover the theoretical foundation of the course and this knowledge will be evaluated in individual written tests, where the students will have limited time to show their success in assimilating and understanding the subjects.

Objectives b) and c) will be reached mainly through practice and the practical assignments, during the tutorial classes and

the student's own work. Tutorial classes will give the students the opportunity to apply their knowledge to specific cases, experiment with different approaches and examine, in detail, the different algorithms in realistic conditions. This practical component will be evaluated in two group assignments, focusing on the implementation and practical application of the algorithms but also on the critical assessment of the methods and results. This component will contribute to give the student the autonomy and self-reliance needed for future applications and further studies in this field.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Bishop, C. M.. *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2006.
- Duda, R., Hart, P. and Stork, D., *Pattern Classification*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- Mitchell, T.M. *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.

Mapa IX - Gestão do Risco em Atuariado Não Vida / Risk Management in Non-Life Insurance

6.2.1.1. Unidade curricular:

Gestão do Risco em Atuariado Não Vida / Risk Management in Non-Life Insurance

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contacto)

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

Gracinda Rita Diogo Guerreiro: TP-28h

Maria de Lourdes Belchior Afonso: TP-28h

6.2.1.4. Objectivos 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 nos ramos reais:

Avaliar as provisões para sinistros.

Avaliar os sistemas de bons malus.

Elaborar tarifas recorrendo a modelos lineares generalizados e a teoria da credibilidade.

Ter as noções básicas sobre o funcionamento do seguro de saúde e sobre Solvência II

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow for non life insurance:

Evaluate the claims reserves.

Evaluate the bonus malus systems.

Pricing using generalized linear models and credibility theory.

Understand the fundamentals of health insurance and Solvency II

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Métodos de Provisionamento: Modelos Determinísticos e Modelos Estocásticos

Métodos de Construção de Tarifas a priori: Teoria da Credibilidade e Modelos Lineares Generalizados

Modelos de Tarificação a posteriori: Sistemas de Bonus Malus;

Seguro e Benefícios de Saúde: definições e especificidades do Ramo Doença;

Solvência II

6.2.1.5. Syllabus:

Reserves: Deterministic and Stochastic Models

Credibility Theory and Generalized Linear Models applied to a priori pricing.

Bonus Malus Systems

Insurance and Health Benefits: definitions and specifics of Disease Branch

Solvency II

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da Unidade Curricular fornece aos alunos uma visão integrada dos métodos de tarificação a priori e a posteriori bem como da avaliação das provisões para sinistros em ramos reais. A Unidade Curricular inicia-se com os métodos de provisionamento (os mais utilizados- determinísticos e os requeridos por Solvência II – estocásticos). Seguidamente introduz-se a metodologia de tarificação a priori utilizando teoria da credibilidade e modelos lineares generalizados e a tarificação a posteriori com os sistemas de bonus malus. A Unidade Curricular termina com noções básicas sobre seguros de saúde e sobre Solvência II dois assuntos actuais e de importância para as seguradoras de ramos não vida.

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

The syllabus of the course provides students with an integrated view of pricing methods a priori and a posteriori, and the assessment of claim reserves for non-life insurance. The course begins with the claim reserving methods (the usual deterministic methods and the ones required by Solvency II – the stochastic ones). Then we introduce the a priori pricing methodology using credibility theory and generalized linear models and the subsequent a posteriori pricing with the bonus malus systems. The course ends with fundamentals about health insurance and Solvency II two current issues of importance for non-life insurance.

6.2.1.7. 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. Serão desenvolvidos trabalhos práticos (em aula e fora de aula), cujo objectivo é consolidar os conceitos que foram aprendidos nas aulas.

Componentes da avaliação:

Um teste que versa os conhecimentos teóricos e práticos da Unidade Curricular.

Dois trabalhos práticos que permitem ao aluno aplicar os conhecimentos adquiridos a casos de estudo.

*A classificação final $CF = 0.5 * EX + 0,25 W1 + 0,25 W2$, onde CF é a classificação final (até 20 valores); EX é a classificação (até 20 valores) do exame final ou a classificação do teste; W1 e W2 são a classificação (até 20 valores) dos trabalhos práticos.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In lectures we will explain and discuss program topics of the course. The themes are introduced by the teacher, consolidated whenever possible with real examples taken from the insurance industry. Students will develop practical assignments (in class and outside of class), whose aim is to consolidate the concepts that were learned in the classroom. Evaluation components:

One quizze, testing the knowledge of both theoretical and practical concepts.

Two practical assignments that allow students to apply the knowledge acquired to Insurance case studies.

*The final classification $FC = 0.5*EX + 0.25 W1 + 0.25 W2$, where FC is the final classification (up to 20 values); EX is the classification (up to 20 values) of the final exam or the classification of the test; W1 and W2 are the classification (up to 20 values) of the practical assignments.*

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática actuarial aplicada a ramos não vida, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios e nos trabalhos 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. Com a resolução dos trabalhos práticos os alunos são colocados em situações idênticas às que encontram no mercado de trabalho.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand actuarial mathematics concepts applied to non-life insurance as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises and practical assignments, 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. With the resolution of practical assignments students are placed in situations that are identical to those in the insurance companies.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Legislação em Vigor

Centeno, M.L. (2002), *Teoria do Risco na Actividade Seguradora*, Celta Editora.

Buhlmann, H. and Gisler, A. (2005). *A Course in Credibility Theory and its Applications*, Springer.

Dobson, A. (1990), *An Introduction to Generalized Linear Models*, Chapman & all, London.

HABERMANN, S. e PITACCO, E. (1999), *Actuarial Models for Disability Insurance*, Chapman and Hall/CRC, Londres.

Lemaire, J. (1995), *Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance*, Kluwer Academic Publishers.

Ohlsson, E.; Johansson, B. (2010), *Non-Life Insurance Pricing with Generalized Linear Models*, Springer.

Faculty of Actuaries (1997) *Claim Reserving Manual*

Mapa IX - Inferência e Modelação Estatística / Statistical Modeling and Inference

6.2.1.1. Unidade curricular:

Inferência e Modelação Estatística / Statistical Modeling and Inference

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

Carlos Manuel Agra Coelho: TP-56h

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

n/a

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos nas áreas de Inferência e Modelação Estatística que não são, em geral, objecto de estudo de um curso de 1º ciclo, sendo dada ênfase aos aspectos associados à Modelação Estatística, apresentada num contexto mais geral do que apenas o dos Modelos Lineares, de forma a que o aluno adquira uma visão mais abrangente tanto da Modelação Estatística como também de aspectos associados à Inferência, visão que é essencial não só na sua vertente teórica como também prática, a quem pretenda fazer no futuro aplicações bem fundamentadas e sólidas tanto na área da Modelação Estatística como na de Inferência Estatística; a associação da Inferência à Modelação Estatística pretende exactamente dar esta visão mais abrangente e a possibilidade da realização futura de aplicações nas mais variadas áreas, uma vez que os Modelos Lineares Generalizados, introduzidos na presente unidade curricular permitem uma vasta gama de aplicações da Inferência Estatística.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

We want the student to obtain a solid knowledge in areas of inference and statistical modelization which, usually, are not taught at the undergraduate level. Emphasis is placed in aspects related with statistical modelization presented in a more general context than just only the linear model setting, in such a way that the student may acquire a wider view of the modelization and inference process, which is essential for everyone that is willing to make solid applications in their future professional life. The association between modelization and inference wants to give this more embracing view and the possibility of applications in several areas, since Generalized and Mixed linear models, taught in this course, allow for a wide range of applications of statistical inference in many areas.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Revisão de conceitos fundamentais de estimação pontual e estimação intervalar

A Família Exponencial de Distribuições

A Família Exponencial de 1 e de vários parâmetros: conceitos fundamentais e resultados base

Distribuições na Família Exponencial

Estimação na Família Exponencial

Modelos Lineares Generalizados

Distribuições do erro como membros da Família Exponencial

A função de ligação – função de ligação canónica e funções de ligação não-canónicas

O Modelo Linear como caso particular

Modelos Logit

Modelos Log-lineares

Modelos com efeitos aleatórios e Modelos mistos

Modelos Não-Lineares

6.2.1.5. Syllabus:

Review of fundamental concepts about point and interval estimation

The Exponential family of distributions

The Exponential family of 1 and several parameters: fundamental concepts and results

Distributions in the Exponential family
Estimation in the Exponential family
Generalized Linear Models
Error distributions as members of the Exponential family
The link function - canonical and non-canonical link functions
The Linear Model as a particular case
Logit models
Log-linear models
Random effects and Mixed effects models
Non-linear models

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A Família Exponencial de distribuições apresenta interessantes propriedades em termos de estimação, as quais se refletem depois inevitavelmente ao nível da inferência. Por outro lado, esta família inclui a distribuição Normal e ao mesmo tempo abrange um largo leque de outras distribuições quer contínuas quer discretas. Desta forma, uma vez que ela é também a base para as distribuições de erro dos Modelos Lineares Generalizados, estes surgem assim, ao nível de uma disciplina do 2º ciclo como a desejável generalização do Modelo Linear, profundamente estudado ao nível do 1º ciclo. Os Modelos Não-lineares surgem então como o complemento que falta para um mais completo quadro no âmbito da Inferência e Modelação.

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

The Exponential Family of distributions has interesting properties in terms of estimation which inevitably have a reflex in terms of inference. Moreover, this family includes the Normal distribution while it admits as members a large range of other distributions, both continuous and discrete. As such, and since this family is also the basis for the error distributions in the Generalized Linear Models, these models arise, at a Master course level, as a much interesting generalization of the Linear Model, which was deeply studied at the undergraduate level. The non-linear models appear then as the 'natural' complement in order to give students a more complete view over the area of Statistical Modeling and Inference.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados. Estes exemplos serão utilizados depois como ponto de partida para problemas propostos aos alunos, alguns dos quais serão integralmente resolvidos nas aulas, com a participação ativa dos alunos, enquanto outros serão deixados como desafios motivadores de alguma pesquisa bibliográfica ou pelo menos como razão para a leitura de alguns artigos sugeridos como complemento da bibliografia base apresentada. É intenção que estes últimos problemas possam variar de ano para ano.

A avaliação nesta disciplina será realizada através da resolução de 2 testes, com o peso de 30% cada um e de 2 conjuntos de exercícios, com o peso de 20% cada um.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture-lab classes where together with the explanation of the main concepts and results illustrative examples are given, are the adequate way to convey the course contents to students. The examples will be used as starting points for problems, some of which will be fully solved in class, with the active participation of the students, while other will be left as challenges which the students are supposed to solve with some further bibliographic review and consultation, intended to make students to get used to search for papers and other references, that they should be able to read and understand. This later set of problems is intended to change from year to year.

The evaluation of the course will be done through the realization of 2 midterms, with a weight of 30% each for the final grade, and the resolution of 2 sets of problems, each one of them with a weight of 20% for the final grade.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas teórico-práticas permitirão numa unidade curricular como esta, que se integra num curso de 2º ciclo, que os alunos usufruam de uma forma de exposição que, embora sendo mais exigente do ponto de vista da compreensão da matéria do que um esquema que utilize a clássica divisão entre aulas teóricas e práticas, permita por outro lado uma maior proximidade temporal entre a exposição dos resultados e conceitos e a resolução de problemas que exigem a utilização desses conceitos e resultados, sendo a avaliação desta unidade curricular também levada a efeito através de um conjunto de 2 testes e de 2 trabalhos, estes últimos consistindo na resolução de um subconjunto dos problemas propostos mas não resolvidos nas aulas.

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

The joint lecture-lab class scheme will enable, in a curricular unit as this one, which is integrated in a Master level course, that the students may take advantage of an expository means which, although quite more demanding in terms of the time available to settle the concepts than the classical lecture+lab scheme, will allow for a higher closeness in time between the exposition of the concepts and results and their application in the resolution of the application problems, being the evaluation in this curricular unit done with the recourse to 2 midterms and the resolution of 2 sets of problems which will be a subset of those which were proposed but not solved in the classes.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

McCullagh, P., Nelder, J. A. (1989). Generalized Linear Models, 2ª ed. Chapman & Hall/CRC, New York.

Gill, J. (2000). Generalized Linear Models: a Unified Approach. SAGE University Papers 134, 122pp.

Khuri, A. I., Mathew, B., Sinha, B. K. (1998). Statistical Tests for Mixed Linear Models. J. Wiley & Sons, New York.

Agresti, A. (1996). An Introduction to Categorical Data Analysis. J. Wiley & Sons, New York.

Coelho, C. A. (2007). Tópicos em Probabilidades e Estatística – Vol III, Cap. 7, 10, 11.

Mapa IX - Otimização Combinatória / Combinatorial Optimization

6.2.1.1. Unidade curricular:

Otimização Combinatória / Combinatorial Optimization

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

Jorge Orestes Lasbarrères Cerdeira - TP: 56h

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

n/a

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

- (i) Compreensão dos conceitos fundamentais de grafos, poliedros e matróides*
- (ii) Apreensão de técnicas de demonstração em combinatória*
- (iii) Aperfeiçoamento da capacidade de concepção de algoritmos*
- (iv) Desenvolvimento da capacidade de formulação de problemas*
- (v) Amadurecimento da formação matemática*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- (i) Comprehension of the main concepts from graphs, polyhedra and matroids*
- (ii) Development of skills for proving combinatorial results*
- (iii) Improving algorithm designing skills*
- (iv) Improving modeling skills*
- (v) Improving mathematical maturity*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Generalidades sobre grafos*
- 2. Poliedros*
- 3. Emparelhamentos e coberturas em grafos bipartidos*
- 4. Fluxos*
- 5. Emparelhamentos em grafos não bipartidos*
- 6. Matroides*
- 7. Complexidade computacional*
- 8. Programação linear inteira e matrizes totalmente unimodulares*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Graphs*
- 2. Polytopes*
- 3. Matchings and covers in bipartite graphs*
- 4. Flows*
- 5. Matchings in nonbipartite graphs*

6. Matroids

7. Computational complexity

8. Integer linear programming and totally unimodular matrices

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Grafos e poliedros são os pilares em que assenta a Otimização Combinatória (OC). O programa começa com estes dois tópicos (pontos 1 e 2). Os emparelhamentos têm tido um papel catalisador no desenvolvimento métodos gerais em combinatória. Os pontos 3, 4 e 5 do programa destinam-se ao estudo dos emparelhamentos e problemas relacionados. Os matróides são estruturas combinatórias gerais, intimamente relacionados com a eficiência de algoritmos para problemas de OC. Os matróides e a eficiência de algoritmos são tratados nos pontos 6 e 7, respetivamente, do programa. A teoria dos poliedros combinatórios constitui último tópico (ponto 8 do programa) da uc.

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

Graphs and polyhedra are the cornerstones of Combinatorial Optimization (CO). The program begins with these two topics (points 1 and 2). Matchings have played a catalytic role in developing general methods in combinatorics. Points 3, 4 and 5 of the program is dedicated to the study of matchings and related problems. The matroids are general combinatorial structures, closely related to the efficiency of algorithms for CO problems. Matroids and efficiency of algorithms are discussed in sections 6 and 7, respectively, of the program. The theory of combinatorial polyhedra is the last topic (point 8) of the programme.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A uc funciona em aulas teórico-práticas, onde se apresentam os conceitos teóricos e se efectuem demonstrações de alguns resultados e onde são resolvidos e discutidos exercícios propostos; estudo fora das salas de aula, onde o aluno, com recurso ao material disponibilizado e com o apoio do docente, nas aulas e em períodos de atendimento pré-estabelecidos, assimila a matéria teórica e procura resolver os exercícios sugeridos para realizar em ambiente não presencial.

É exigido, para aproveitamento, a obtenção de frequência que consiste na presença em pelo menos 2/3 das aulas práticas.

Durante o período letivo serão realizados dois testes (cada um com a cotação de 6 valores) e elaborado e apresentado oralmente um relatório escrito sobre um assunto a definir (com a cotação de 8 valores). Considera-se aprovado em avaliação contínua o aluno com frequência e soma das classificações obtidas ≥ 10 .

O aluno pode também ser aprovado em exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course consist of lectures where presentations of theoretical concepts, proofs, and resolution and discussion of proposed exercises are conducted; and study outside the classroom, where the student, individually and in groups, using the available material and the support of teachers, in classes and in periods of service pre-established, assimilates the theoretical material and seeks to solve the suggested exercises .

It is required the presence of at least 2/3 of practical classes.

During the semester there will be two tests (each with 6 values) and the presentation of a work on a specific topic (8 values). Student will be approved if sums up at least 9.5.

The student can also be approved by a final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os tópicos necessários para atingir os objetivos estabelecidos para a unidade curricular são ministrados nas aulas teórico-práticas, com o apoio do docente em horários de atendimento aos alunos. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames) e numa apresentação oral. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teórico-práticas através da análise e discussão de problemas-tipo. A avaliação destas competências é também realizada nas provas escritas e na prova oral. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria ao longo do semestre.

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

The topics required to achieve the objectives established for the course are taught in problem-solving sessions, with the support of teachers in in pre-established schedules reserved for the students' attendance. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams) and in an oral presentation. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact: in classes through analysis and discussion-type problems. The assessment of these skills is also performed in the written tests and oral tests. The requirement for the presence of at 2/3 of classes is meant to ensure that students follow the matter throughout the semester.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

D.B. West, Introduction to Graph Theory, Prentice Hall, 2001
A. Schrijver, Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Algorithms and Combinatorics, Springer, 2003
A. Schrijver, A Course in Combinatorial Optimization, 2013 available from <http://homepages.cwi.nl/~lex/files/dict.pdf>
L. Lovász and M.D. Plummer, Matching Theory, North-Holland Mathematics Studies, 1986

Mapa IX - Dissertação em Matemática e Aplicações–Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dissertação em Matemática e Aplicações–Ramo Atuariado, Estatística e Investigação Operacional

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - OT: 56h

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

Todos os docentes do Mestrado em Matemática e Aplicações. OT:56h

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

Preparação de uma dissertação sobre um tema de Atuariado e/ou Estatística e/ou Investigação Operacional. O tema não necessita consistir de um problema científico em aberto, contudo, o seu tratamento e/ou apresentação devem conter originalidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Preparation of a monography under a subject related to Actuarial Science and/or Statistics and/or Operations Research. The subject is not required to be an unsolved scientific problem, however, its approach and/or presentation must present novelty.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa da dissertação depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

6.2.1.5. Syllabus:

The dissertation plan depends on the specific subject of the Dissertation.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência do programa de trabalho acordado entre o orientador e o estudante. O referido programa de trabalho deverá obedecer aos objetivos apresentados em "Objetivos de Aprendizagem".

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the scientific plan accorded between the supervisor and the student. Such plan must agree with the goals required in "Objetivos de Aprendizagem".

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Orientação da monografia, de acordo com o tema proposto pelo orientador e aceite pelo estudante. No final a dissertação é discutida/avaliada por um júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Supervision of the monography, according to the subject proposed by the supervisor and accepted by the student. At the end the dissertation is discussed/evaluated by a jury.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência das metodologias de ensino.

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the methods.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

Mapa IX - Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Álgebra, Lógica e Computação

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Álgebra, Lógica e Computação

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes - OT: 56h

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

Todos os docentes do Mestrado em Matemática e Aplicações. OT:56h

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

Preparação de uma dissertação sobre um tema de Álgebra e/ou Lógica e/ou Computação. O tema não necessita consistir de um problema científico em aberto, contudo, o seu tratamento e/ou apresentação devem conter originalidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Preparation of a monography under a subject related to Algebra and/or Logic and/or Computation. The subject is not required to be an unsolved scientific problem, however, its approach and/or presentation must present novelty.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa da dissertação depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

6.2.1.5. Syllabus:

The dissertation plan depends on the specific subject of the Dissertation.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelará pela coerência do programa de trabalho acordado entre o orientador e o estudante. O referido programa de trabalho deverá obedecer aos objetivos apresentados em "Objetivos de Aprendizagem".

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the scientific plan accorded between the supervisor and the student. Such plan must agree with the goals required in "Objetivos de Aprendizagem".

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Orientação da monografia, de acordo com o tema proposto pelo orientador e aceite pelo estudante. No final a dissertação é discutida/avaliada por um júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Supervision of the monography, according to the subject proposed by the supervisor and accepted by the student. At the end the dissertation is discussed/evaluated by a jury.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelará pela coerência das metodologias de ensino.

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the methods.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

Mapa IX - Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Análise Numérica e Equações Diferenciais

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

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

Todos os docentes do Mestrado em Matemática e Aplicações. OT:56h

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

Preparação de uma dissertação sobre um tema de Análise Numérica e/ou Equações Diferenciais. O tema não necessita consistir de um problema científico em aberto, contudo, o seu tratamento e/ou apresentação devem conter originalidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Preparation of a monography under a subject related to Numerical Analysis and/or Differential Equations. The subject is not required to be an unsolved scientific problem, however, its approach and/or presentation must present novelty.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa da dissertação depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

6.2.1.5. Syllabus:

The dissertation plan depends on the specific subject of the Dissertation.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência do programa de trabalho acordado entre o orientador e o estudante. O referido programa de trabalho deverá obedecer aos objetivos apresentados em "Objetivos de Aprendizagem".

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the scientific plan accorded between the supervisor and the student. Such plan must agree with the goals required in "Objetivos de Aprendizagem".

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Orientação da monografia, de acordo com o tema proposto pelo orientador e aceite pelo estudante. No final a dissertação é discutida/avaliada por um júri.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Supervision of the monography, according to the subject proposed by the supervisor and accepted by the student. At the end the dissertation is discussed/evaluated by a jury.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência das metodologias de ensino.

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

The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the methods.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

Mapa IX - Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Matemática Financeira

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dissertação em Matemática e Aplicações—Ramo Matemática Financeira

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - OT: 56h

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

Todos os docentes do Mestrado em Matemática e Aplicações. OT:56h

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

Preparação de uma dissertação sobre um tema de Matemática Financeira. O tema não necessita consistir de um problema científico em aberto, contudo, o seu tratamento e/ou apresentação devem conter originalidade.

- 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**
Preparation of a monography under a subject related to Financial Mathematics. The subject is not required to be an unsolved scientific problem, however, its approach and/or presentation must present novelty.
- 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**
O programa da dissertação depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.
- 6.2.1.5. Syllabus:**
The dissertation plan depends on the specific subject of the Dissertation.
- 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**
A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência do programa de trabalho acordado entre o orientador e o estudante. O referido programa de trabalho deverá obedecer aos objetivos apresentados em "Objetivos de Aprendizagem".
- 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**
The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the scientific plan accorded between the supervisor and the student. Such plan must agree with the goals required in "Objetivos de Aprendizagem".
- 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Orientação da monografia, de acordo com o tema proposto pelo orientador e aceite pelo estudante. No final a dissertação é discutida/avaliada por um júri.
- 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**
Supervision of the monography, according to the subject proposed by the supervisor and accepted by the student. At the end the dissertation is discussed/evaluated by a jury.
- 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**
A Comissão Científica do Mestrado zelarà pela coerência das metodologias de ensino.
- 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The Scientific Committee of the Master will assess the coherence of the methods.
- 6.2.1.9. Bibliografia principal:**
A bibliografia depende do assunto específico escolhido para a Dissertação.

Mapa IX - Álgebra Geral I / General Algebra I

- 6.2.1.1. Unidade curricular:**
Álgebra Geral I / General Algebra I
- 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**
Herberto de Jesus da Silva - TP: 56h
- 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**
n/a
- 6.2.1.4. Objectivos 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:
- *Compreender a noção de acção de grupo;*
 - *Compreender os Teoremas de Sylow ;*
 - *Compreender a noção de grupo nilpotente;*
 - *Compreender a noção de grupo resolúvel;*
 - *Compreender a classificação dos grupos abelianos finitamente gerados;*

- Entender os aspectos fundamentais da Teoria dos Corpos;

- Entender os aspectos fundamentais da Teoria de Galois.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:

- Understand the notion of group action;

- Understand the Sylow theorems;

- Understand the notion of nilpotent group;

- Understand the notion of solvable group;

- Understand the classification of finitely generated abelian groups;

- Understand the fundamentals of field theory;

- Understand the fundamentals of Galois theory.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Grupos: Acções de grupos. Teoremas de Sylow. Grupos nilpotentes e grupos resolúveis. Classificação dos grupos abelianos finitamente gerados.

2. Corpos e Teoria de Galois.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Groups: group actions. Sylow theorems. Nilpotent groups and solvable groups. Classification of finitely generated abelian groups.

2. Fields and Galois Theory.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1 é dedicado à Teoria dos Grupos: Acções de grupos. Teoremas de Sylow. Grupos nilpotentes e grupos resolúveis. Classificação dos grupos abelianos finitamente gerados. Abrange o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto objectivos.

O capítulo 2 é dedicado à Teoria dos Corpos e à Teoria de Galois. Abrange o sexto e sétimo objectivos.

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

Chapter 1 is devoted to: Group actions. Sylow theorems. Nilpotent groups and solvable groups. Classification of finitely generated abelian groups. Covers the first, second, third, fourth and fifth objectives.

Chapter 2 is devoted to field theory and Galois theory. Covers the sixth and seventh goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Devido ao reduzido número de alunos, este ano a disciplina vai funcionar no regime tutorial.

Cada aluno é orientado para desenvolver o seu estudo autonomamente.

A estratégia pedagógica adoptada assenta no acompanhamento do trabalho do aluno. Os alunos dispõem de bibliografia que deve servir de base a um estudo rigoroso dos conteúdos programáticos. O alunos dispõem de exercícios, que devem resolver individualmente e, durante as horas de contacto, discutir as resoluções com o docente.

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.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Due to the small number of students, this year the course will work in tutorial regime.

Each student should develop his study independently..

The pedagogical strategy adopted is based on the monitoring of student work. Students have a bibliography that should form the basis of a rigorous study of the course contents. The students have exercises which should solve individually and during contact hours, discuss solutions with the teacher.

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

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
Devido ao reduzido número de alunos, este ano a disciplina vai funcionar no regime tutorial.

Cada aluno é orientado para desenvolver o seu estudo autonomamente. Uma vez por semana (mais vezes, se necessário) tem lugar uma aula na qual serão esclarecidas dúvidas, corrigidos exercícios entretanto disponibilizados e, se necessário, apresentadas sugestões para a sua resolução.

A aula terá uma duração que permita cumprir os objectivos expostos no parágrafo anterior.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Due to the small number of students, this year the course will work in tutorial regime.

Each student should develop his study independently. Once a week (more often, if necessary) there is a class to clarify questions, to correct the exercises provided, and, if necessary, to give suggestions for their resolution.

The class will have a duration that will allow us to fulfil the objectives set out in the previous paragraph.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. *M. Artin, Algebra, Prentice Hall, 1991.*
2. *T. Hungerford, Algebra, Springer, 1980.*
3. *R. Loja Fernandes & M. Ricou, Introdução à Álgebra, IST Press, 2004.*

Mapa IX - Introdução à Álgebra / Introduction to Algebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Álgebra / Introduction to Algebra

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vitor Hugo Bento Dias Fernandes - TP: 56h

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
n/a

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos básicos sobre as estruturas de grupo e de anel, bem como sobre a Teoria da Fatorização em anéis (em particular, de polinómios).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The student is supposed to learn on fundamental aspects of groups and rings, as well as on Factorization Theory in rings (in particular, of polynomials).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Grupos

1. *Generalidades.*
2. *Subgrupos.*
3. *Grupos cíclicos.*
4. *Classes laterais. Índice de um subgrupo.*
5. *Congruências. Grupos cociente. Subgrupos normais.*
6. *Morfismos.*
7. *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. Congruências. Anéis cociente. Ideais.
6. Morfismos.
7. Teorema do Homomorfismo.
8. Teoremas do Isomorfismo.

III. Teoria da Factorização

1. Divisores.
2. Elementos primos e primos entre si.
3. Semigrupos de Gauss.
4. Anéis de Gauss.
5. Anéis de ideais principais.
6. Domínios euclidianos.

IV. Anéis de Polinómios

1. Anéis de polinómios.
2. Algoritmo da divisão.
3. Funções polinomiais.
4. Teoria da factorização em anéis de polinómios.
5. Irreducibilidade.

6.2.1.5. 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.

III. Theory of Factorization

1. Divisors.
2. Prime and coprime elements.
3. Gauss semigroups.
4. Gauss rings.
5. Principal ideal rings.
6. Euclidean domains.

IV. Rings of Polynomials

1. Rings of polynomials.
2. Division algorithm.
3. Polynomial functions.
4. Theory of factorization in rings of polynomials.
5. Irreducibility.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa contempla todos os aspectos referidos nos objetivos de aprendizagem: o primeiro (relativo a grupos) no capítulo I, o segundo (relativo a anéis) no capítulo II e, por fim, o terceiro (relativo à factorização) nos capítulos III e IV. 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.

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

The program covers all the aspects mentioned in the learning objectives: the first (on groups) in chapter I, the second (on rings) in chapter II, and finally, the third (on the factorization) in chapters III and IV. 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.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas, alternando 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/trabalhos) ou orais (exames/exposições), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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/assignments) or oral (examinations/seminars) evaluations, 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.

6.2.1.8. 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 (testes/exames) ou orais (exames/exposições). 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.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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 (tests/exams) or oral (examinations/seminars) 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.

6.2.1.9. 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.*
- 6. G.M.S. Gomes, Anéis e Corpos, uma introdução, DM-FCUL, 2011.*

6.2.1.1. Unidade curricular:

Computabilidade e Complexidade / Computability and Complexity

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

Reinhard Josef Klaus Kahle - TP:56h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes compreendem os conceitos fundamentais da computabilidade (funções recursivas, máquinas de Turing, problema de paragem) e complexidade (PTIME, NP, NP-completude) e os métodos de demonstrações aplicáveis neste contexto.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this lecture it is expected that the students understand the fundamental concepts of Computability (recursive functions, Turing machines, Halting problem) and Complexity (PTIME, NP, NP completeness) and the proof methods applicable in this context.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Funções Recursivas Parciais*
- 2. Máquinas de Turing*
- 3. O Problema da Paragem*
- 4. Classes de Complexidade*
- 5. A NP-completude do Problema SAT (“Satisfiability”)*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Partial Recursive Functions*
- 2. Turing Machines*
- 3. The Halting Problem*
- 4. Complexity Classes*
- 5. NP completeness of SAT*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa desta cadeira introduz, um por outro, os conceitos que compõem os objectivos desta unidade curricular.

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

The programme of this lecture introduce, one after the other, the concepts which build the objectives of the lecture.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Métodos habituais de ensino universitário da Matemática com uma forte componente de participação activa do aluno (seminário).
Seminário + Relatório + Prova oral (opcional): 100%*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Usual university-style Math teaching with an active participation of the the student (seminar).
Seminar + Report + oral examination (optional): 100%*

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas e o aluno mostra a sua independência na aprendizagem num seminário com a elaboração de um relatório final. Provas orais servem para a defesa de nota em casos oportunos.

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

The necessary theoretical components to reach the objectives of the learning are given in the classes and the student shows the independence of learning in a seminar together with the elaboration of a final report. Oral exams serve to defend a grade in appropriated cases.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- René Cori and Daniel Lascar. Mathematical Logic, Part II. Oxford University Press, 2001.

- Steven Homer and Alan L. Selman. Computability and Complexity Theory. Springer, 2011.

- Reinhard Kahle. Computabilidade e Complexidade. Sebentas.

Mapa IX - Lógica / Logic

6.2.1.1. Unidade curricular:

Lógica / Logic

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

Reinhard Josef Klaus Kahle - TP:56h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes compreendem o sentido e a forma da demonstração dos teoremas de incompletude de Gödel.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this lecture it is expected that the students understand the meaning and the proofs of Gödel's incompleteness theorems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Cálculo de predicados

2. Teoremas da completude

3. Teoria da recursão

4. Formalização da aritmética, teoremas de Gödel

6.2.1.5. Syllabus:

1. Predicate calculus

2. Completeness theorems

3. Recursion theory

4. Formatization of arithmetic, Gödel's theorems

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa da unidade curricular fornece os fundamentos técnicas para chegar a uma demonstração dos teoremas de incompletude, o objectivo principal desta unidade curricular.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
The programme of the lecture comprises the technical foundations to provide a proof of the incompleteness theorems, the main objective of this lecture.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Métodos habituais de ensino universitário da Matemática com uma forte componente de participação activa do aluno (seminário).
Seminário + Relatório + Prova oral (opcional): 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Usual university-style Math teaching with an active participation of the the student (seminar).
Seminar + Report + oral examination (optional): 100%

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas e o aluno mostra a sua independência na aprendizagem num seminário com a elaboração de um relatório final. Provas orais servem para a defesa de nota em casos oportunos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The necessary theoretical components to reach the objectives of the learning are given in the classes and the student shows the independence of learning in a seminar together with the elaboration of a final report. Oral exams serve to defend a grade in appropriated cases.

6.2.1.9. Bibliografia principal:
- Jon Barwise. An introduction to first-order logic. In J. Barwise, editor, Handbook of Mathematical Logic, pages 5–46. North-Holland, 1977.
- Reinhard Kahle. Lógica. Sebentas.
- C. Smorynski. The incompleteness theorems. In J. Barwise, editor, Handbook of Mathematical Logic, pages 821–865. North-Holland, 1977.

Mapa IX - Análise Matricial I / Matrix Analysis I

6.2.1.1. Unidade curricular:
Análise Matricial I / Matrix Analysis I

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Isabel Maria da Silva Cabral Inglês Esquível - TP: 56h

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
n/a

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos que não são, em geral, objecto de estudo de um curso de 1º ciclo de Álgebra Linear, com ênfase à abordagem de um ponto de vista matricial, e que têm importância não só na sua formação nesta área como também pelas suas aplicações noutras áreas (nomeadamente em Estatística, Computação, Análise Numérica e Optimização).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
It is intended that students acquire knowledge that is not, generally, object of study in a 1st cycle course of Linear Algebra, with emphasis on a matrix view approach, and which are important not only in their training in this area but also for its applications in other areas (namely in Statistics, Computing, Numerical Analysis and Optimization).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

0. Revisão de alguns conceitos básicos de Álgebra Linear

1. Matrizes particionadas em blocos
2. Valores próprios, vectores próprios e diagonalização
3. Semelhança unitária e triangularização
4. Matrizes normais

6.2.1.5. Syllabus:

- 0 . Review of some basic concepts of Linear Algebra
- 1. Block-partitioned matrices
- 2 . Eigenvalues , eigenvectors and diagonalization
- 3 . Unitary similarity and triangularization
- 4 . Normal matrices

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the basic material.

6.2.1.7. 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 respectiva demonstração

Entrega de uma lista de exercícios resolvidos em 3 datas ao longo do semestre e realização de um teste escrito no final do semestre. Cada lista de exercícios resolvidos tem uma contribuição para a nota de final de 15% e o teste final de 55%.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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

Results are proven.

Delivery of a list of solved exercises on 3 dates during the semester and completion of a written test at the end of the semester. Each list has solved exercises a contribution to the final score of 15% and the final test of 55%.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas determinadas nos objectivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. R. A. Horn, C. R. Johnson, *Matrix Analysis*, Cambridge University Press, 1985.
2. C. D. Meyer, *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, SIAM, 2000.
3. F. Zhang, *Matrix Theory - Basic Results and Techniques*, Springer, 1999.

Mapa IX - Combinatória / Combinatorics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Combinatória / Combinatorics

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

Manuel Almeida Silva - TP: 56h

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

n/a

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

Pretende-se que o aluno aprenda os conceitos básicos na área de Combinatória enumerativa.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student is should leran the basic notions of Enumerative Combinatorics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Pretende-se que o aluno aprenda os conceitos básicos na área de Combinatória enumerativa.

- 1. Objectos Combinatórios
 - a. Permutações;
 - b. Monómios;
 - c. Diagramas e Diagramas de Young ;
 - d. Partições e Teorema de Euler para os números pentagonais;
 - e. Composições e palavras.
- 2. Quadros Combinatórios
 - a. Quadros standard e semi-standard, fórmula de Hook, números de Kostka;
 - b. Inserção em palavras e quadros;
 - c. Jogo de Taquin e Correspondência de Robinson-Schensted-Knuth.
- 3. Funções de Schur e funções quasi-simétricas
 - a. Aproximação combinatória.
 - b. A regra de Littlewood-Richardson.

6.2.1.5. Syllabus:

The student is should leran the basic notions of Enumerative Combinatorics.

- 1. Combinatorial objects
 - a. Permutations;
 - b. Monomials;
 - c. Young tableaux;
 - d. Euler theorem on integer partitions and pentagonal numbers;
 - e. Compositions and words.
- 2. Combinatorial tableaux
 - a. standard and semi-standard, Hook formula, Kostka numbers;
 - b. Insertion in words and tableaux;
 - c. Taquin´s game and the Robinson-Schensted-Knuth correspondence.
- 3. Schur´s function and quasi-symmetric functions
 - a. Combinatorial approximation.
 - b. The Littlewood-Richardson rule.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

No primeiro capítulo do programa são introduzidos os objectos combinatórios fundamentais.

Nos capítulos seguintes são discutidas bijeções entre certas estruturas combinatórias definidas previamente.

Alguns compreensão de alguns dos conceitos é reforçada com a apresentação de algoritmos associados.

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

First we introduce the basic combinatorial structures.

In the later discussion will be presented certain bijection between certain combinatorial structures.

Relevant algorithms will help understanding certain properties.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação dos conceitos teóricos do programa.

Discussão regular dos exercícios propostos aos alunos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation of the relevant theoretical concepts.

Regular discussion of the proposed problems with the students.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são discutidos no nas horas de atendimento individual. Em cada caso, é indicado ao aluno o capítulo relevante de um dos livros na bibliografia.

Todas as semana são propostos alguns problemas de um capítulo de um dos livros indicados na bibliografia, cuja resolução deve ser entregue por escrito.

A componente essencial do processo de aprendizagem consiste na discussão dos exercícios propostos.

A aquisição de conhecimentos é avaliada pela discussão do problemas propostos.

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

The relevant results to be learned will be discussed every week with the students, with references in the bibliography.

Every week the student should solve a few problems, which will be discuss during the next class.

The evaluation is based on the discussions of the problems.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. *F. Bergeron, Algebraic Combinatorics and Coinvariant Spaces, A K Peters, Ltd*
2. *R. Stanley, Enumerative Combinatorics, Cambridge University Press*
3. *W. Fulton, Young Tableaux, Cambridge University Press*

Mapa IX - Introdução à Teoria de Matróides / Introduction to Matroid Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Teoria de Matróides / Introduction to Matroid Theory

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

Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho (sem horas de contato)

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

Maria do Rosário Silva Franco Fernandes - TP: 56h

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos em Teoria de Matróides ligando esta teoria a outras.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that the student acquires knowledge in Matroid Theory, using these knowledge in other theories.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos fundamentais*
2. *Conjuntos parcialmente ordenados*
3. *Matróide dual*
4. *Matróides obtidos a partir de outros matróides*
5. *Conexidade*
6. *Grafos e Matróides*
7. *Matróides transversis*

8. União de matróides

6.2.1.5. Syllabus:

1. Basic definitions

2. Lattices

3. Dual Matroid

4. Special kinds of matroids

5. Conectivity

6. Graphs and matroids

7. Transversal matroids

8. Matroid union

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Porque se pretende que o aluno adquira conhecimento em Teoria de Matróides ligando esta teoria a outras, o programa de introdução à teoria de matróides é o perfeito para resolver este assunto.

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

It is intended that the student acquires knowledge in Matroid Theory, using these knowledge in other theories and the program of Matroid Theory is excellent to solve this matter.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas em regime tutorial.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course will work in tutorial regime .

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Atendendo ao número de alunos, o regime tutorial é o mais adequado.

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

The course will work in tutorial regime because the number of students is small.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

J.G. Oxley, Matroid theory, Oxford University Press, Oxford, 1992.

J.A. Dias da Silva, R. Fernandes, and A. Fonseca, The covering number of the elements of a matroid and generalized matrix functions, Lin. Alg. Appl. 271 (1998), pp. 191–219.

R. Cordovil, J.A. Dias da Silva, and A. Fonseca, On the notion of transversal of a sum of matroids, Portugal. Math. 45 (1988), pp. 317–325.

D.J. Welsh, Matroid Theory, Academic Press, London, 1976.

Mapa IX - Semigrupos, Autómatos e Linguagens / Semigroups, Automata and Languages

6.2.1.1. Unidade curricular:

Semigrupos, Autómatos e Linguagens / Semigroups, Automata and Languages

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

n/a

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

Fornecer uma introdução básica à Teoria dos Semigrupos, efetuar um estudo elementar, matematicamente rigoroso, de alguns tópicos da Teoria da Computação, nomeadamente dos Autómatos Finitos e das Linguagens Regulares, e ainda estabelecer as pontes que interligam estas duas áreas do conhecimento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide a basic introduction to the Theory of Semigroups, to make an elementary study, mathematically rigorous, of some topics of the Theory of Computation, in particular of Finite Automata and Regular Languages, and also to establish bridges connecting these two areas of knowledge.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Generalidades

2. Relações de Green e Regularidade

3. O sistema computacional GAP

4. Semigrupos 0-simples. O Teorema de Rees

5. Semigrupos inversos: uma breve introdução

6. Linguagens. Linguagens Racionais

7. Gramáticas: uma breve introdução. Gramáticas Regulares

8. Autómatos Finitos

9. Monóide de Transições e Monóide Sintático

10. Variedades de semigrupos e de linguagens: uma breve introdução

6.2.1.5. Syllabus:

1. Basics

2. Regularity and Green's Relations

3. The computer system GAP

4. 0-simple semigroups. The Rees Theorem

5. Inverse Semigroups: an introduction

6. Languages. Rational languages

7. Grammars: a brief introduction. Regular grammars

8. Finite Automata

9. Transition monoid and syntactic monoid

10. Varieties of semigroups and languages: a brief introduction

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa contempla todos os aspectos referidos nos objetivos de aprendizagem: o primeiro (relativo à Teoria de Semigrupos) nos capítulos 1-5, o segundo (relativo à Teoria da Computação) nos capítulos 6-8 e, por fim, o terceiro (relativo à interligação) nos capítulos 9-10. 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.

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

The program covers all the aspects mentioned in the learning objectives: the first (on the Theory of Semigroups) in chapters 1-5, the second (on the Theory of Computation) in chapters 6-8, and finally, the third (on the interconnection) in chapters 9-10. 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.

6.2.1.7. 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/trabalhos) ou orais (exames/exposições), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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/assignments) or oral (examinations/seminars) evaluations, 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.

6.2.1.8. 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 (testes/exames) ou orais (exames/exposições). 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.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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 (tests/exams) or oral (examinations/seminars) evaluations. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: the theoretical sessions through exposure 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1. J.M. Howie, Automata and Languages, Oxford Univ. Press, 1991.*
- 2. J.M. Howie, Fundamentals of semigroup theory, Oxford Univ. Press, 1995.*
- 3. J.E. Pin, Varieties of formal languages, Plenum, 1986.*
- 4. M.V. Lawson, Finite Automata, Chapman & Hall/CRC, 2003.*
- 5. The GAP Group, GAP - Groups, Algorithms, and Programming, 2008, <http://www.gap-system.org>.*

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

Herberto de Jesus da Silva - TP: 56h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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:

- Entender os aspectos fundamentais da Teoria das Categorias ;

- Entender os aspectos fundamentais da Teoria de Módulos ;

- Entender os aspectos fundamentais da Álgebra Comutativa.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:

- Understand the fundamentals of Category Theory;

- Understand the fundamentals of Theory of Modules;

- Understand the fundamentals of Commutative Algebra.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Elementos da Teoria das Categorias.

2. Teoria elementar de módulos. Introdução à Álgebra Comutativa.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Elements of the Category Theory.

2. Elementary theory of Modules. Introduction to Commutative Algebra.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1 é dedicado aos elementos da Teoria das Categorias. Abrange o primeiro objectivo.

O capítulo 2 é dedicado à teoria elementar de módulos e a uma introdução à Álgebra Comutativa. Abrange o segundo e terceiro objectivos.

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

Chapter 1 is devoted to elements of Category Theory. Covers the first objective.

Chapter 2 is devoted to elementary theory of Modules and to an introduction to Commutative Algebra. Covers the second and third objectives.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Devido ao reduzido número de alunos, este ano a disciplina vai funcionar no regime tutorial.

Cada aluno é orientado para desenvolver o seu estudo autonomamente.

A estratégia pedagógica adoptada assenta no acompanhamento do trabalho do aluno. Os alunos dispõem de bibliografia que deve servir de base a um estudo rigoroso dos conteúdos programáticos. Os alunos dispõem de exercícios, que devem resolver individualmente e, durante as horas de contacto, discutir as resoluções com o docente.

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.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Due to the small number of students, this year the course will work in tutorial regime.

Each student should develop his study independently..

The pedagogical strategy adopted is based on the monitoring of student work. Students have a bibliography that should form the basis of a rigorous study of the course contents. The students have exercises which should solve individually and during contact hours, discuss solutions with the teacher.

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

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Devido ao reduzido número de alunos, este ano a disciplina vai funcionar no regime tutorial.

Cada aluno é orientado para desenvolver o seu estudo autonomamente. Uma vez por semana (mais vezes, se necessário) tem lugar uma aula na qual serão esclarecidas dúvidas, corrigidos exercícios entretanto disponibilizados e, se necessário, apresentadas sugestões para a sua resolução.

A aula terá uma duração que permita cumprir os objectivos expostos no parágrafo anterior.

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

Due to the small number of students, this year the course will work in tutorial regime.

Each student should develop his study independently. Once a week (more often, if necessary) there is a class to clarify questions, to correct the exercises provided, and, if necessary, to give suggestions for their resolution.

The class will have a duration that will allow us to fulfil the objectives set out in the previous paragraph

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. M. Artin, *Algebra*, Prentice Hall, 1991.
2. T. Hungerford, *Algebra*, Springer, 1980.
3. R. Loja Fernandes & M. Ricou, *Introdução à Álgebra*, IST Press, 2004.

Mapa IX - Álgebra Universal e Reticulados / Universal Algebra and Lattices

6.2.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Universal e Reticulados / Universal Algebra and Lattices

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

Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho - TP: 56h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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) *Compreender e trabalhar com os conceitos e resultados básicos de álgebra universal e teoria de reticulados.*
- 2) *Reconhecer a interligação entre as duas áreas.*
- 3) *Reconhecer que algumas estruturas já estudadas são exemplos de álgebras (no sentido de álgebra universal).*
- 4) *Reconhecer a importância da noção de variedade e a relação variedade/classe equacional.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of this unit the student should have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- 1) *Understand and work with the basic concepts and results of universal algebra and lattice theory.*
- 2) *Realize that the two areas are connected.*
- 3) *Realize that some known structures are examples of algebras (in the sense of universal algebra).*
- 4) *Realize the importance of the notion of variety and the relation variety / equational class.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conjuntos parcialmente ordenados. Reticulados. Reticulados completos. Reticulados algébricos. Reticulados modulares. Reticulados distributivos. Reticulados de Boole e álgebras de Boole.*
- 2. Álgebras. Homomorfismos. Subuniversos e subálgebras. Congruências. Produtos directos.*
- 3. Teorema do Homomorfismo e teoremas do isomorfismo. Congruências factor e álgebras directamente indecomponíveis. Produtos subdirectos. Álgebras subdirectamente irreduzíveis e álgebras simples.*
- 4. Operadores de classe e variedades. Teorema de Tarski.*
- 5. Álgebras livres. Termos and álgebras-termo. Identidades. Teorema de Birkhoff.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Partially ordered sets. Lattices. Complete lattices. Algebraic lattices. Modular lattices. Distributive lattices. Boolean lattices and Boolean algebras.*
- 2. Algebras. Homomorphisms. Subuniverses and subalgebras. Congruences. Direct products.*
- 3. Homomorphism and Isomorphism theorems. Factor congruences and directly indecomposable algebras. Subdirect products. Subdirectly irreducible algebras and simple algebras.*
- 4. Class operators and varieties. Tarski theorem.*
- 5. Free algebras. Terms and term-algebras. Identities. Birkhoff theorem.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

- Os conceitos e resultados básicos sobre teoria de reticulados constituem o capítulo 1 e os restantes capítulos são dedicados à álgebra universal, cumprindo o 1º objectivo.*
- No Capítulo 2, mostra-se, em particular, que os subuniversos e as congruências de uma álgebra constituem reticulados algébricos. Como exercícios, os alunos mostram, por exemplo, que o reticulado das congruências de um reticulado é distributivo e que o reticulado das congruências de um grupo é modular. Cumpre-se o 2º objectivo.*
- São dados como exemplos de álgebras os grupos, os anéis e os espaços vectoriais e aplicam-se as várias noções e resultados a estas estruturas, cumprindo o 3º objectivo.*
- O 4º objectivo é abrangido pelos capítulos 4 e 5.*

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

- The basic concepts and results of lattice theory constitute the first chapter and the remaining chapters are devoted to universal algebra, fulfilling the 1st objective.*
- In Chapter 2, it is shown, in particular, that the subuniverses and the congruences of an algebra constitute algebraic lattices. As exercises, students show, for example, that the congruence lattice of a lattice is distributive and that the congruence lattice of a group is modular. The 2nd goal is fulfilled.*
- Groups, rings and vector spaces are presented as examples of algebras and the various concepts and results are applied to these structures, fulfilling the objective 3.*
- The 4th objective is covered by Chapters 4 and 5.*

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- As aulas são teórico-práticas e consistem em exposição da teoria, ilustrada com exemplos, e em correcção da resolução de exercícios elaborada pelos alunos.*
- Quaisquer dúvidas serão esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões combinadas directamente 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.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- Classes consist on an oral explanation of the theory which is illustrated by examples, and the correction of the students' resolution of exercises.*

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.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Nas aulas é exposta a teoria e são corrigidas as resoluções dos exercícios efectuadas pelos alunos. A teoria leccionada e a resolução dos exercícios propostos permitem atingir os objectivos de aprendizagem da UC.

Quaisquer sugestões (se necessárias) são dadas em aula ou nas sessões de atendimento de alunos, o mesmo acontecendo com o esclarecimento de qualquer dúvida.

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

In class, theory is presented and the students' resolutions of the exercises are corrected. The theory lectured and the work for solving the exercises allow to achieve the learning objectives of the unit.

Any suggestions (if needed) are given in class or in scheduled sessions. Any question is clarified.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1 – Burris, S. & Sankappanavar, H. P. – A Course in Universal Algebra – Springer Verlag, New York, 1981.

2 – Davey, B. A. & Priestley, H. A. – Introduction to Lattices and Order, 2ª Edição, Cambridge Mathematical Textbooks, 2002.

3 – Denecke, K. & Wismath, S. L. – Universal Algebra and Applications in Theoretical Computer Science, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2002.

4 – Gratzer, G. – General Lattice Theory, Birkhauser Verlag, Basel, 1978.

5 – McKenzie, R. N. & McNulty, G. F. & Taylor, W. F. – Algebras, Lattices, Varieties Vol. I – Wadsworth & Brooks, California, 1987.

Mapa IX - Teoria Algébrica dos Autómatos / Algebraic Theory of Automata

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria Algébrica dos Autómatos / Algebraic Theory of Automata

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes - TP: 56h

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

n/a

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

Pretende-se estudar diversas classes de linguagens formais (em particular as da hierarquia de Chomsky: regulares, independentes de contexto, sensíveis ao contexto e recursivamente enumeráveis) e as estruturas finitas (gramáticas e máquinas) que as geram ou reconhecem.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to study several classes of formal languages (in particular the Chomsky hierarchy: regular, context-free, context-sensitive, recursively enumerable languages) and the finite structures that generate or recognize them (grammars and machines).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Linguagens reconhecíveis e linguagens racionais: autómatos; autómatos não determinísticos e autómatos incompletos; linguagens racionais; o Teorema de Kleene; congruências sintáticas; autómatos minimais; monóide de transições e monóide sintático de um autómato.

2. A hierarquia de Chomsky: gramáticas; linguagens regulares; linguagens independentes de contexto; Forma Normal de Chomsky; autómatos de pilha; linguagens sensíveis ao contexto; máquinas de Turing; modificações de Máquinas de Turing; a tese de Church; máquinas versus gramáticas; a hierarquia de Chomsky.

3. Problemas de decidibilidade: a indecidibilidade do problema da correspondência de Post e outros problemas de indecidibilidade.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Rational and recognizable languages: automata, languages, transition monoids, syntactic monoids and congruences, minimal automata, Kleene's theorem.

2. The Chomsky hierarchy: regular languages, context-free languages, grammars, Pushdown automata, Turing Machines.

3. Decidability problems.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa contempla todos os aspectos referidos nos objetivos de aprendizagem. 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.

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

The program covers all the aspects mentioned in the learning objectives. 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.

6.2.1.7. 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/trabalhos) ou orais (exames/exposições), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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/assignments) or oral (examinations/seminars) evaluations, 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.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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 (testes/exames) ou orais (exames/exposições). 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.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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 (tests/exams) or oral (examinations/seminars) evaluations. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: the theoretical sessions through exposure 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. M. Delgado, "Teoría Algébrica dos Autómatos", FCUP, 2001.

2. J.E. Hopcroft e J.D. Ullman, “Introduction to Automata Theory, Languages and Computation”, Addison Wesley, 1979.
3. J.M. Howie, “Automata and Languages”, Oxford University Press, 1991.
4. D.C. Kozen, “Automata and Computability”, Springer, 1997.
5. J.E. Pin, “Varieties of Formal Languages”, Plenum, New-York, 1986.

Mapa IX - Tópicos de Lógica e Complexidade / Topics of Logic and Complexity

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos de Lógica e Complexidade / Topics of Logic and Complexity

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

Reinhard Josef Klaus Kahle - TP: 56h

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

n/a

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

Nesta disciplina abordam-se tópicos de lógica matemática e da complexidade computacional que visam projectar os alunos para assuntos na fronteira da investigação actual na área.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this course topics of Mathematical Logic and Computational Complexity are discussed. The goal is to bring the students to the edge of current research in the area.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Teoria de Demonstração

Cálculo lambda

Complexidade computacional implícita

6.2.1.5. Syllabus:

Proof Theory

lambda calculus

implicit computational complexity

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da cadeira é concebido numa forma que, num lado, os tópicos apresentados seguem a sua sucessão sistemática e, noutro lado, que resultam numa forma natural nos objectivos da unidade curricular.

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

The syllabus is conceived in a way that, on the one hand, the items of the given programme are in their systematic order, and on the other hand, that they lead in a natural way to the objectives of the lecture course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino, incluindo aulas teórico-práticas participadas e trabalho do aluno, segue da tradição bem-sucedida na Matemática no espírito de Felix Klein.

Avaliação contínua ou exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology, comprising class-room presentations and work of the student, follows the successful tradition of

*mathematic teaching in the spirit of Felix Klein.
Continues evaluation or final exam.*

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A combinação de apresentações do professor com trabalho próprio do aluno a garantia principal para o sucesso de ensino matemático.

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

The combination of presentations of the professor with own work by the student is the principal guarantee for the success of mathematical teaching.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Handbook of Mathematical Logic (J. Barwise, ed.), North-Holland, 1977.

W. Pohlers, Proof Theory: An Introduction, Springer, 2002.

H. Barendregt, lambda calculus, North-Holland, 1985.

N. Immerman, Descriptive Complexity, Springer, 1999.

Mapa IX - Análise Matricial II / Matrix Analysis II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Matricial II / Matrix Analysis II

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

Isabel Maria da Silva Cabral Inglês Esquivel - TP: 56h

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

n/a

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos que não são, em geral, objecto de estudo de um curso de 1º ciclo de Álgebra Linear, com ênfase à abordagem de um ponto de vista matricial, e que têm importância não só na sua formação nesta área como também pelas suas aplicações noutras áreas (nomeadamente em Estatística, Computação, Análise Numérica e Optimização).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that students acquire knowledge that is not, generally, object of study in a 1st cycle course of Linear Algebra, with emphasis on a matrix view approach, and which are important not only in their training in this area but also for its applications in other areas (namely in Statistics, Computing, Numerical Analysis and Optimization).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Decomposições de matrizes

Factorização em matrizes de característica completa

Factorização LU

Factorização de Cholesky

Factorização QR

Decomposição em valores singulares

Factorização polar

2. Inversa Generalizada de Moore-Penrose

Algumas inversas generalizadas

Inversa de Moore-Penrose: definição e propriedades

Sistemas de equações lineares e inversas generalizadas

Solução dos mínimos quadrados

3. Forma canónica de Jordan

Subespaços próprios generalizados

Teorema de Jordan e algumas consequências

Teorema de Cayley-Hamilton e polinómio mínimo

Primeira e segunda forma canónica racional

Forma canónica de Jordan no caso real

4. Matrizes não negativas

Matrizes positivas: Teorema de Perron e outras propriedades

Matrizes não negativas e Teorema de Perron-Frobenius

Matrizes estocásticas

6.2.1.5. Syllabus:

1. Matrix decompositions

Factorization of complet rank matrices

LU factorization

Cholesky factorization

QR factorization

Singular values decomposition

Polar factorization

2. Moore-Penrose generalized inverse

Some generalized inverses

Moore-Penrose: definition and properties

Systems of linear equations and generalized inverses

Least squares method

3. Jordan canonical form

Generalized eigenspaces

Jordan theorem and some consequences

Cayley-Hamilton theorem and minimal polynomial

First rational form and second rational form

Real Jordan canonical form

4. Nonnegative matrices

Positive matrices: Perron-theorem and other properties

Nonnegative matrices and Perron-Frobenius theorem

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the basic material.

6.2.1.7. 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 respectiva demonstração.

Entrega de uma lista de exercícios resolvidos no dia 2 de Abril, entrega de uma lista de exercícios resolvidos no dia 7 de Maio e teste escrito no dia 31 de Maio, com uma contribuição para a nota de final de 25%, 25% e 50%, respectivamente.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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

Results are proven.

Delivery of a list of solved exercises on April 2, delivering a list of solved exercises on May 7 and written on May 31 test, with a contribution to the final score of 25%, 25% and 50 %, respectively.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas determinadas nos objectivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1. R. A. Horn, C. R. Johnson, Matrix Analysis, Cambridge University Press, 1985.*
- 2. C. D. Meyer, Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, 2000.*
- 3. F. Zhang, Matrix Theory - Basic Results and Techniques, Springer, 1999.*

Mapa IX - Criptografia / Cryptography

6.2.1.1. Unidade curricular:

Criptografia / Cryptography

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

Reinhard Josef Klaus Kahle (sem horas de contato)

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

Isabel Maria Oitavem Fonseca da Rocha - TP: 56h

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

Introdução a Criptografia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to Cryptography.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução

Cifras simétricas

O aparecimento das cifras assimétricas

Diffie-Hellman partilha de chaves

Factorização e RSA

Criptografia e curvas elípticas

A evolução da criptografia de chave pública

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction

Symmetric ciphers

Asymmetric ciphers make a first appearance

Diffie-Hellman key exchange

Integer factorization and RSA

Elliptic curve cryptography

The evolution of public key cryptography

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da cadeira é concebido numa forma que, num lado, os tópicos apresentados seguem a sua sucessão sistemática e, noutro lado, que resultam numa forma natural nos objectivos da unidade curricular.

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

The syllabus is conceived in a way that, on the one hand, the items of the given programme are in their systematic order, and on the other hand, that they lead in a natural way to the objectives of the lecture course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino, incluindo aulas teórico-práticas participadas e trabalho do aluno, segue da tradição bem-sucedida na Matemática no espírito de Felix Klein.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology, comprising class-room presentations and work of the student, follows the successful tradition of mathematic teaching in the spirit of Felix Klein.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A combinação de apresentações do professor com trabalho próprio do aluno a garantia principal para o sucesso de ensino matemático.

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

The combination of presentations of the professor with own work by the student is the principal guarantee for the success of mathematical teaching.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Cryptography, information theory, and error-correction, de Aiden Bruen and Mario Forcinito, Wiley-interscience.

Mapa IX - Introdução à Geometria Algébrica e Aplicações / Introduction to Algebraic Geometry and Applications

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Geometria Algébrica e Aplicações / Introduction to Algebraic Geometry and Applications

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

João Pedro Bizarro Cabral - T:42h; PL:28h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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:

- Compreender a noção de variedade afim e de módulo sobre um anel;*
- Efectuar a divisão de polinómios a várias variáveis;*
- Calcular bases de Gröbner;*
- Compreender a noção de álgebra de dimensão finita e de corpo finito;*
- Saber resolver certos tipos de problemas de programação inteira, splines polinomiais e de codificação recorrendo a bases de Gröbner*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:

- Understand the notion of a affine variety and module over a ring;*
- compute the division of multivariate polynomials;*
- Compute Gröbner bases;*
- Understand the notion of Finite Dimensional Algebra and Finite Field;*
- Solve specific problems of integer programming, multivariate polynomial splines and coding theory using Gröbner bases.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisões de Polinómios, anéis, ideais e anel quociente.*
- 2. Variedades afins e bases de Grobner: Ordens monomiais, divisão de polinómios, bases de Grobner, variedades afins, teoria da eliminação.*
- 3. Resolução de sistemas de equações polinomiais via teoria da eliminação.*
- 4. Programação inteira: Problemas de programação inteira, resolução destes recorrendo a bases de Grobner.*
- 5. Splines polinomiais a várias variáveis: Módulos sobre anéis, bases de Grobner para módulos sobre anéis, geometria dos polítopos, complexos poliédricos, aplicações de bases de grobner de módulos sobre anéis à teoria de splines polinomiais.*
- 6. Teoria algébrica de códigos: Álgebras de dimensão finita, corpos finitos, códigos de correcção de erros, códigos cíclicos, Algoritmos Reed-Solomon de decodificação.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Review of the basic concepts of polynomials, rings, ideals and quotient ideal.*
- 2. Affine varieties and Gröbner bases: Monomial orders, polynomial division, Gröbner bases, affine varieties, elimination theory.*
- 3. Resolution of systems of polynomial equations using elimination theory.*
- 4. Integer programming: Integer programming problems, how to solve these using Gröbner bases .*
- 5. Multivariate polynomial splines: Modules over rings, Gröbner bases for modules over rings, geometry of polytopes, polyhedral complex, applications of Gröbner bases of modules over rings to multivariate polynomial splines theory.*
- 6. Algebraic Coding Theory: Finite dimensional algebras, finite fields, error correcting codes, cyclic codes, Reed-Solomon decoding algorithms.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Na 1º secção são revisto conceitos básicos essenciais à unidade curricular. Na 2º secção são apresentados conceitos básicos de Geometria Algébrica essenciais para todo o programa da unidade curricular. Nas secções 3 e 4 são apresentadas aplicações imediatas destes conceitos em resolução de sistemas equações polinomiais e em problemas de programação inteira. Na 5 e 6 secção são desenvolvidos anteriores e apresentados novos conceitos de Geometria Algébrica conforme a necessidade das aplicações expostas.

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

In the first section, we review basic concepts essentials to the course. In the second section, the basic concepts of

Algebraic Geometry, essentials to the course are introduced. In Sections three and four, we apply these concepts to solving systems of polynomial equations and integer programming. In the remaining section we develop and present new concept of Algebraic Geometry according to the needs of the applications presented.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Orientação tutorial do aluno, onde em cada sessão são dadas indicações sobre matérias a estudar, problemas a resolver e onde são efectuados esclarecimento de dúvidas sobre a matéria e resolução de problemas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Tutorial orientation of the student, where in each session its given to the student indication of which matters to study, problems to solve resolution and also the student can present doubts about theory and problems for clarification.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Em cada sessão de tutorial são esclarecidas dúvidas sobre matéria anterior, são indicados os exercícios para avaliação referentes à matéria da sessão anterior, a matéria a estudar para a sessão seguinte e os exercícios propostos a resolver relativos a esta matéria.

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

In each tutorial section the teacher clarifies doubts regarding previous subjects, indicates the exercises to solve for evaluation regarding the subject of the previous session, indicates the subjects to study for the next session and the exercises to solve regarding these subjects.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. D.Cox & al., "Using Algebraic Geometry", Grad. TextsinMath. (Springer)
2. D. Cox, J.Little & D.O'Shea, "Ideals, varieties and algorithms", (Springer)
3. D. Perrin, "Algebraic Geometry, an introduction ", Universitext (Springer)
4. Greuel G., Pfister G., " A Singular Introduction to Commutative Algebra", (Springer)

Mapa IX - Geometria Diferencial / Differential Geometry

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Diferencial / Differential Geometry

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

Ana Cristina Malheiro Casimiro - T:42h; PL:28h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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 aplicar técnicas de geometria diferencial

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student is supposed acquire basic knowledge on Differential Geometry. At the end of the curricular unit students should have the abilities to work and apply techniques from Differential Geometry

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Estudo de Curvas em $\mathbb{R}^3$: parametrização por comprimento de arco, curvatura e torção, triedro de Frenet.
2. Estudo de superfícies em $\mathbb{R}^3$: primeira e segunda forma fundamental, curvaturas seccionais, principais, curvatura média e de Gauss, aplicação linear de Weingarten,
3. Subvariedades em $\mathbb{R}^n$: aplicações diferenciáveis, espaço tangente e cotangente, diferencial de uma aplicação diferenciável, imersões em $\mathbb{R}^n$, subvariedades parametrizadas e fechadas.
4. Geodésicas: definição, equações de geodésicas, exemplos e aplicações.
5. Teorema Egrégio de Gauss. (opcional)
6. Teorema de Gauss-Bonnet (opcional)
7. Cálculo Tensorial: fundamentos de álgebra linear e multilinear, formas diferenciais, fluxo de um campo vetorial, parêntesis de Lie de dois campos vetoriais, interpretação geométrica, derivadas de Lie. (opcional)
8. Integração em Variedades (opcional)

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Curves in space: parametrisation by arc-length, curvature, torsion, Frenet trihedron.*
2. *Surfaces in three dimensions: the first and second fundamental form, sectional curvature, principal curvature, mean and gaussian curvature, Weingarten linear map.*
3. *Submanifolds in $\mathbb{R}^n$: differential maps, tangent and cotangent spaces, differential of a differentiable map, immersions in $\mathbb{R}^n$, parametrised and closed submanifolds.*
4. *Geodesics: definition, equations of geodesics, examples and applications.*
5. *Gauss's Theorema Egregium: isometries of surfaces, the Codazzi-Mainardi equations. (optional)*
6. *The Gauss-Bonnet theorem. (optional)*
7. *Tensor Calculus: fundamentals of linear and multilinear algebra, differential forms, flux of a vector field, Lie bracket of two vector fields, geometric interpretation, Lie derivative. (optional)*
8. *Integration on Manifolds. (optional)*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Nos temas 1. e 2. estudam-se curvas e superfícies em $\mathbb{R}^3$ motivando a noção de subvariedades em $\mathbb{R}^n$ introduzida no tema 3. Neste tema introduzem-se as aplicações diferenciáveis, o espaço tangente e cotangente, o diferencial de uma aplicação diferenciável, as imersões em $\mathbb{R}^n$, as subvariedades parametrizadas e fechadas. O tema 4 é dedicado ao estudo das geodésicas, onde são dadas várias aplicações deste conceito.

Como temas opcionais temos: o Teorema Egrégio de Gauss, o Teorema de Gauss-Bonnet, o Cálculo Tensorial ou a Integração em Variedades

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

In the first and second chapters we study curves and surfaces in space giving a motivation to the notion of submanifolds in $\mathbb{R}^n$ introduced in chapter 3. In this chapter is also introduced what is a differentiable map, the tangent and cotangent space, the differential of a differentiable map, immersions in $\mathbb{R}^n$, the closed and parametrised submanifolds. The chapter 4 is dedicated to the study of geodesics. As optional chapters we have: Gauss's Theorema Egregium, The Gauss-Bonnet theorem, Tensor Calculus, Integration on Manifolds.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas estão divididas em aulas teóricas e aulas práticas, nas primeiras o professor expõe o conteúdo teórico com exemplos de aplicação, e nas aulas práticas é pedido aos alunos que apresentem no quadro a resolução de exercícios propostos.

A avaliação consiste na apresentação, escrita ou oral, por parte do aluno, dos exercícios propostos resolvidos

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are divided in theoretical and practical classes, at the first ones the professor explain the theoretical content with examples of application, at the last ones it is asked for the students to present the resolution of proposed exercises

The evaluation consist in the presentation, written or oral, by the student, of solved proposed exercises.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas determinadas nos objectivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de trabalhos escritos e orais

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

The main concepts specified in the goals of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The assessment is made through written and oral work done by the students.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. *M. P. Carmo, "Differential Geometry of curves and surfaces", Prentice Hall, 1976.*
2. *M. P. Carmo, "Geometria Riemanniana", Projecto Euclides, IMPA, 1988.*
3. *O'Neil, "Elementary differential geometry", Academic Press, New York USA, 1966.*
4. *Pressley, "Elementary differential geometry", Springer Undergraduate Mathematics Series, 2001.*
5. *Spivak, "Calculus on manifolds", Monograph Mathematics Series, 1965.*

Mapa IX - Introdução à Teoria dos Números / Introduction to Number Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Teoria dos Números / Introduction to Number Theory

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Vitor Hugo Bento Dias Fernandes (sem horas de contato)

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Manuel Almeida Silva - TP:70h

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que o aluno aprenda os noções básicas de teoria de números e seja capaz de compreender e produzir argumentos matemáticos simples.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The student is supposed to learn the basic methods and the corresponding mathematical proofs.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Introduzir os conceitos e resultados básicos de Teoria dos Números.

- *Divisibilidade.*
- *Números primos.*
- *Máximo divisor comum. Algoritmo de Euclides.*
- *Teorema fundamental da aritmética.*
- *Métodos elementares de factorização. Factorização de Fermat.*
- *Equações diofantinas. Ternos pitagóricos.*
- *Congruências e aritmética modular.*
- *Equações módulo m .*
- *O teorema do resto chinês.*
- *Teorema de Wilson e Teorema de Fermat. Aplicações em critérios de divisibilidade.*
- *Teorema de Euler. Função Phi de Euler.*
- *Números perfeitos.*
- *Resíduos quadráticos. Elementos primitivos.*
- *Fracções contínuas.*
- *Recorrências lineares.*
- *Problemas em aberto.*

6.2.1.5. Syllabus:
The student is supposed to learn the basic concepts of elementary number theory.

- *Divisibility*
- *Prime numbers*
- *Euclidean algorithm*
- *Fundamental theorem of arithmetic*
- *Factorization methods*
- *Diophantine equations. Pythagorean triples*
- *Congruences and modular arithmetic*
- *Linear modular equations. Polynomial equations.*
- *Chinese remainder theorem*
- *Wilson's theorem and Fermat's theorem*
- *Euler's theorem and function*
- *Perfect numbers*
- *Quadratic reciprocity*
- *Continued fractions*
- *Linear recurrences*
- *Open problems*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
A complexidade dos conceitos discutidos aumenta gradualmente ao longo dos itens discutidos no programa, sendo as primeiras noções discutidos bastante elementares.

A discussão de aplicações práticas e algoritmos associados aos conceitos discutidos reforça a compreensão dos conceitos.

Exemplos de problemas discutidos por matemáticos desde Euclides ajudam a perceber a relevância dos temas discutidos.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
We start from basic notion and progress to more elaborated concepts.

The discussion of relevant applications and algorithms help to motivate the concepts discussed.

Examples from the history of mathematics since Euclides will make clear the importance of the concepts discussed.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. Além da exposição da matéria, que é ilustrada com exemplos de aplicação, são propostos, para resolução pelos alunos, exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos.

Avaliação Contínua: frequência da aulas, 3 testes

Exame final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes consist on two different aspects: an oral explanation which is illustrated by examples and the resolution, by the students, of proposed exercises.

Students can ask for any questions either in class or during office ours.

3 Tests during the semester

or

Final Exam

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Nas aulas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos e contra exemplos. Depois de explicados e exemplificados, os resultados são demonstrados. São resolvidos exercícios a título de exemplo.

Os alunos resolvem problemas de uma lista de problemas fornecida, devendo entregar uma resoluções por escrito e discutir as resoluções apresentadas com o docente.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos.

Para obter aprovação o aluno deve obter a frequência nas aulas.

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

In class, the subjects are explained and illustrated by examples and counter examples. The proofs are rigorously presented. Some important problems are solved.

Students solve problems from a given list, some of them should be discussed with the professor in class.

Students are invited to ask questions during the classes or in weekly scheduled sessions.

To obtain approval must attend classes.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

William Stein, Elementary Number Theory: Primes, Congruences, and Secrets (2011)

José Plínio de Oliveira Santos, Introdução à Teoria dos Números, IMPA 2009

H. Davenport, The Higher arithmetic, Cambridge, 2008

G.H.Hardy, E.M.Wright, Theory of numbers

Vinogradov, I. M., Elements of Number Theory, NY Dover, 2003

Mapa IX - Introdução à Teoria dos Grafos / Introduction to Graph Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Teoria dos Grafos / Introduction to Graph Theory

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes (sem horas de contato)

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

Maria Cecília Perdigão Dias da Silva - TP:70h

- 6.2.1.4. Objectivos 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:
- Identificar grafos e as suas propriedades.
 - Estudar a conectividade de um grafo.
 - Reconhecer árvores e arborescências, grafos eulerianos, grafos hamiltonianos and planar graphs e as suas propriedades
 - Aplicar os algoritmos de Prim, Kruskal, Fleury, Ford-Fulkenson, a Fórmula de Euler, o Teorema de Kuratowski e o Teorema de Hall.
 - Relacionar grafos e matrizes.
 - Calcular o número cromático, o índice cromático e o polinómio cromático de um grafo.

- 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**
The student is supposed acquire basic knowledge on Graph Theory. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:
- To recognize graphs and their properties.
 - To recognize trees and arborescence, euler graphs, hamiltonian graphs, planar graphs and their properties.
 - To use the Algorithms of Kruskal and Prim, Fleury, Ford-Fulkenson, Euler's Formula, Kuratowski's Theorem and Hall's theorem.
 - To realate graphs and matrices.
 - To compute the chromatic number and chromatic polynomial of a graph.

- 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**
1. Generalidades: Noção de grafo. Teorema do Aperto de Mãos. Isomorfismo. Sequências gráficas.
 2. Conexidade.
 3. Árvores e Arborescências: Algoritmos de Kruskal e de Prim.
 4. Grafos Eulerianos: Algoritmo de Fleury.
 5. Grafos Hamiltonianos.
 6. Matrizes e Grafos.
 7. Planaridade: Fórmula de Euler. Teorema de Kuratowski.
 8. Coloração: Número cromático. Polinómio cromático.
 9. Fluxos em redes: Teorema do Fluxo Máximo - Corte Mínimo. Algoritmo de Ford-Fulkenson.
 10. Emparelhamentos e Recobrimentos: Teorema de Hall.

- 6.2.1.5. Syllabus:**
1. Basics.
 2. Connectivity.
 3. Trees and arborescence: Algorithms of Kruskal and Prim.
 4. Eulerian graphs: Fleury's Algorithm.
 5. Hamiltonian graphs.
 6. Matrices and Graphs.
 7. Planarity: Euler's Formula. Kuratowski's Theorem.
 8. Colouring: Chromatic Number. Chromatic polynomial.
 9. Fulkenson-Ford's Algorithm.
 10. Hall's Theorem.

- 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**
No capítulo 1 são introduzidos os conceitos e resultados básicos da Teoria de Grafos. Alguns temas como conexidade, árvores e arborescências, grafos eulerianos e hamiltonianos, grafos planares, matrizes e coloração são abordados nos capítulos seguintes. Ao longo dos vários capítulos são apresentados vários algoritmos e resultados fundamentais.

- 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**
In Chapter 1 basic concepts and results of Graph Theory are introduced. In the other chapters subjects like connectivity, trees and arborescence, eulerian and hamiltonian graphs matrices, planar graphs and colouring are presented. Some algorithms and fundamental results are presented along all the course

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas são leccionados os conceitos e os resultados fundamentais que são demonstrados. Nas aulas são apresentados exemplos ilustrativos e propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica leccionada. Os alunos têm a possibilidade de resolver e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria. No horário de atendimento docente o aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da disciplina. Avaliação contínua: 3 testes de 75 minutos, sendo exigida uma classificação mínima de 6 valores no Teste 3. Sendo T_i a nota do teste i , $i=1,2,3$, a nota final (ponderada) da avaliação contínua obtém-se pela fórmula $AC = 0,3 T_1 + 0,3 T_2 + 0,4 T_3$ (se $T_3 \geq 6$). Se $AC \geq 16,5$ o aluno tem de efetuar uma prova extra. Exame Final: se a nota do exame final for superior ou igual a 16,5 (valores), o aluno tem de efetuar uma prova extra

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. We have a practical component in which some exercises are solved, the remaining are left to the students as part of their learning process. There are three tests that can substitute the final exam in case of approval. Otherwise the student must succeed the final exam. More detailed rules are available in the Portuguese version

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas determinadas nos objectivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a resolução de exercícios, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with practical exercises, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1 – I. Cabral., Grafos e Aplicações, Texto Teórico e Exercícios, Departamento de Matemática, Universidade Nova de Lisboa, 1997,1998.*
- 2 – C. Berge, Graphs, Second revised edition, North-Holland, London, 1985.*
- 3 – R.J. Wilson, J.J. Watkins, Graphs: An Introductory Approach, John Wiley & Sons, New York, 1990*
- 4 – J. Gross, J. Yellen, Handbook of Graph Theory, CRC Press, 2004.*
- 5 – N. Hartsfield, G. Ringel, Pearls in Graph Theory: A Comprehensive Introduction, revised and augmented, Academic Press, Boston, 1994.*

Mapa IX - Teoria de Correção de Erros / Theory of Error Correction

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria de Correção de Erros / Theory of Error Correction

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

Reinhard Josef Klaus Kahle - TP:56h

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

n/a

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

Aprender a teoria matemática de erros e as técnicas de correção de erros.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learning of the mathematical theory of errors and techniques of error correction.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Deteção de erros.

Códigos lineares.

Códigos de Reed-Solomon.

6.2.1.5. Syllabus:

Error detection.

Linear codes.

Reed-Solomon codes.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da cadeira é concebido numa forma que, num lado, os tópicos apresentados seguem a sua sucessão sistemática e, noutro lado, que resultam numa forma natural nos objectivos da unidade curricular.

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

The syllabus is conceived in a way that, on the one hand, the items of the given programme are in their systematic order, and on the other hand, that they lead in a natural way to the objectives of the lecture course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino, incluindo aulas teórico-práticas participadas e trabalho do aluno, segue da tradição bem-sucedida na Matemática no espírito de Felix Klein.

Trabalho para casa semanal; Apresentação; Relatório.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology, comprising class-room presentations and work of the student, follows the successful tradition of mathematic teaching in the spirit of Felix Klein.

Weekly home work; Talk; written report.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A combinação de apresentações do professor com trabalho próprio do aluno a garantia principal para o sucesso de ensino matemático.

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

The combination of presentations of the professor with own work by the student is the principal guarantee for the success of mathematical teaching.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A. A. Bruen e M. A. Forcinito. Cryptography, Information Theory, and Error-Correction. Wiley, 2005.

Mapa IX - Topologia e Homotopia / Topology and Homotopy

6.2.1.1. Unidade curricular:

Topologia e Homotopia / Topology and Homotopy

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

João Nuno Gonçalves Faria Martins - T:42h; PL:28h

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

n/a

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

Obter uma perspectiva moderna da teoria da Homogeneização e das suas aplicações à Mecânica dos Meios Contínuos. O aluno deve ser capaz de ler e expor um artigo científico simples sobre o assunto.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

o obtain an overview of the modern techniques of Homogenization and of its applications to Continuum Mechanics. The student must be able to read and explain a simple research paper on the subject.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução.

Convergência fraca e convergência forte. Variável macroscópica e variável microscópica. Resultados e exemplos. Exemplos em homogeneização: o caso unidimensional e o caso das camadas.

2. H - convergência e G - convergência.

Definição. Teorema de compacidade. Propriedades. Matrizes Correctoras. Aplicações. H convergência de sucessões periódicas. O caso elástico.

Homogeneização de problemas de evolução. Homogeneização de problemas unilaterais.

3. Homogeneização periódica.

O método dos desenvolvimentos assintóticos. A convergência a duas escalas. Domínios Perfurados. Ondas de Bloch.

4. Homogeneização não linear.

Operadores Monótonos. Extensões e outros resultados. Métodos variacionais. Gama - convergência.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Introduction

Weak and strong convergence. Macroscopic and microscopic variables. Principal results and examples. Examples in homogenization: the unidimensional case and the layers case.

2. H and G convergence.

Definition. Compactness theorem. Main properties. Correctors. Applications. H convergence of periodic sequences. The elastic case.

Homogenization of evolution and unilateral problems.

3. Periodic homogenization.

Asymptotic developments. Two scale convergence. Perforated domains Bloch waves method.

4. Nonlinear homogenization.

Monotone operators. Main results. Variational methods. Gamma convergence.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O estudo da teoria da Homogeneização é essencial na modelação de fenómenos de oscilação em Equações Diferenciais Parciais.

Esses problemas são propostos pela engenharia ou pela ciência dos materiais e nascem da necessidade de compreender o comportamento de materiais compósitos, cujas características oscilam com uma frequência demasiado elevada para que possam ser estudados numericamente.

A teoria da Homogeneização também é largamente usada em optimização de estruturas.

Apresentamos uma introdução aos recentes métodos matemáticos em Homogeneização, utilizados na actual investigação de ponta.

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

The study of Homogenization theory is essential to solve problems issued from Continuum Mechanics.

Those problems come from engineering or material science. Homogenization theory allow us to understand the behavior of composite materials, which characteristics oscillate with such an high frequency that numerical analysis becomes impossible.

Homogenization theory is also very useful to treat optimization of certain elastic structures.

We present an introduction to the most recent mathematical research methods in Homogenization.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas expositórias, com a participação dos estudantes. Discussão dos temas e das dificuldades dos estudantes envolvidos. Resolução de problemas.

A avaliação terá em conta a capacidade expositória do aluno, assim como a qualidade da resolução dos problemas propostos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, with the participation of the students. Discussion of the most relevant subjects. Problem solving.

The evaluation will consider the quality of the presentations made by the student and of its problem solving performance.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Tratando-se de uma unidade curricular do Programa Doutoral torna-se indispensável que o estudante seja capaz de expor a matéria em estudo, assim como demonstrar um bom nível na resolução de problemas apropriados.

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

Since we are dealing with a PhD unit, its essential to test the ability of the student to present the subjects under study, as well as to analyse its problem solving capacity.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

[1] Mascarenhas, M.L., Teoria da Homogeneização (notas de curso)

[2] Cioranescu, D. & P. Donato, An Introduction to Homogenization, Oxford University, 1999.

Mapa IX - Seminário de Álgebra, Lógica e Computação / Algebra, Logic and Computation Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário de Álgebra, Lógica e Computação / Algebra, Logic and Computation Seminar

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes - S: 28h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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:

- acompanhar um seminário científico avançado sobre temas de Álgebra*
- preparar um tema para apresentação oral*
- apresentar um tema científico a um auditório de especialistas*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students should have acquired knowledge and skills to:

- follow a scientific seminar on advanced topics of Algebra*
- prepare a topic for oral presentation*
- present a scientific topic to an audience of experts*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Nesta disciplina, os estudantes vão trabalhar em temas combinados, com o regente da disciplina, para preparação de um ou mais seminários.

6.2.1.5. Syllabus:

In this course, students will work on some topics chosen together with the supervisor in order to prepare one or more seminars.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos desenvolvidos são escolhidos dentro dos conteúdos programáticos das unidades curriculares do programa.

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

The developed contents are chosen within the topics of the plan of the program.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O estudante será acompanhado pelo professor por meio de orientação tutorial.

É obrigatória a assistência aos seminários do grupo de Álgebra do Centro de Matemática e Aplicações (CMA).

Os seminários proferidos pelo aluno serão alvo de avaliação

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student will be followed by the teacher through tutorials.

It is mandatory to attend the seminars of the Algebra group of the Centro de Matemática e Aplicações (CMA).

The seminars given by the student will be subject to evaluation.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As metodologias de ensino são focadas nos objectivos de aprendizagem em três aspectos:

1. Trabalho em autonomia: os alunos devem aprofundar os temas escolhidos para os seminários procurando bibliografia adequada; devem seleccionar os conteúdos a apresentar e a forma dessa apresentação (demonstração, explicação intuitiva, introdução de nomenclatura específica, introdução de conceitos base, etc) e elaborar material de apoio (apontamentos, slides, etc).

2. Tutorial: as dificuldades e dúvidas com todo o processo de aprendizagem são acompanhadas em regime de tutorial.

3. Seminários: a assistência aos seminários do grupo de Álgebra do CMA permite o contacto com novos assuntos e conceitos, obriga ao domínio da linguagem técnica e permite ainda ver em prática algumas das formas de apresentação oral de temas científicos.

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

Teaching methodologies are focused on the learning objectives in three ways:

1. Work autonomy: students should study the themes chosen for seminars seeking adequate bibliography; students should choose the content and form for presentation (demonstration, intuitive explanation, introduction of specific nomenclature, introduction of basic concepts, etc.) and prepare support material (notes, slides, etc).

2. Tutorial: the difficulties and doubts about the whole process of learning are monitored under the tutorials.

3. Seminars: following seminars of the Algebra group of CMA allows contact with new subjects and concepts, requires the mastery of technical language and also allows to see in practice some styles of oral presentation of scientific topics

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia será a adequada aos temas fixados para cada seminário.

Mapa IX - Geometria Algébrica / Algebraic Geometry

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Algébrica / Algebraic Geometry

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

Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos (sem horas de contato)

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

Ana Cristina Malheiro Casimiro - TP:56h

6.2.1.4. Objectivos 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 aplicar técnicas de geometria algébrica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student is supposed acquire basic knowledge on Algebraic Geometry. At the end of the curricular unit students should have the abilities to work and apply techniques from Algebraic Geometry.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1.Variedades Algébricas: topologia de Zariski, variedades afins, variedades projectivas, variedades complexas analíticas, morfismos de variedades, dimensão, pontos singulares, espaço e cone tangente.

2.Teoria de feixes: definição de feixe, exemplos de feixes, cohomologia.

3.Aplicação à geometria analítica local: expansão de Puiseux, introdução à utilização do "Singular".

4.Divisores: definição, grau, equivalência linear, Teorema de Riemann-Roch.

5.Fibrados vectoriais sobre curvas algébricas. (opcional)

6.2.1.5. Syllabus:

1.Algebraic Varieties

2.Theory of sheaves

3.Application to the local analitic geometry

4.Divisors

5.Vector bundles on algebraic curves

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

No tema 1, introduz-se o conceito de topologia de Zariski e define-se variedade algébrica afim e projectiva. No tema 2 estudamos a teoria de feixes que nos permite de uma forma sistemática acompanhar a informação local algébrica num espaço topológico. No tema 3 fazemos uma aplicação à geometria analítica local onde exploraremos o programa informático "Singular". No tema 4 damos a noção de divisor que é uma ferramenta importante para o estudo da geometria intrínseca de uma variedade. No tema 5 (opcional), falamos de fibrados vectoriais sobre curvas algébricas.

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

In the first chapter we introduce the concept of Zariski topology and define affine and projective algebraic variety. In chapter 2 we study the theory of sheaves which allow us to in a systematic way to keep track of the algebraic local information on a topological space. In chapter 3, we do an application to the local analitic geometry where we explore the computational resource "Singular". In chapter 4 we introduce the notion of a divisor which is an important tool to the study of the intrinsic geometry of a variety. In the last (optional) chapter we talk about vector bundles on algebraic curves.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas estão divididas em aulas teóricas e aulas práticas, nas primeiras o professor expõe o conteúdo teórico com exemplos de aplicação, e nas aulas práticas é pedido aos alunos que apresentem no quadro a resolução de exercícios propostos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are divided in theoretical and practical classes, at the first ones the professor explain the theoretical content with examples of application, at the last ones it is asked for the students to present the resolution of proposed exercises.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas determinadas nos objectivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de trabalhos escritos e orais.

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the

practical classes, the student""s self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written and oral work done by the students.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1."Algebraic Geometry", Robin Hartshorne, Springer-Verlag, Graduate Texts in Mathematics, 52, 1977.
- 2."Introduction to Commutative Algebra", M.F. Atiyah, I.G. Macdonald, Westview Press (Perseus Books Group), 1969.
- 3."Local Analytic Geometry ", Thei de Jong, G. Pfister , Vieweg, 2000.
- 4."A singular introduction to Commutative Algebra", G.M.Greuel, G. Pfister, Springer-Verlag, 2002.
5. "Algebraic Curves and Riemann surfaces", Rick Miranda, American Math. Soc., 199, 1995

Mapa IX - Introdução à Topologia Algébrica / Introduction to Algebraic Topology

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução à Topologia Algébrica / Introduction to Algebraic Topology

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

Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos (sem horas de contato)

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

João Nuno Gonçalves Faria Martins - TP:56h

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

Dotar os alunos de conhecimentos de Topologia Algébrica ao nível de mestrado, complementando a unidade curricular de "Topologia e Homotopia".

O objectivo principal da unidade curricular é que os alunos entendam a construção e propriedades básicas de alguns funtores da categoria dos espaços topológicos para outras categorias, definidas algebricamente, ilustrados com diversos exemplos, com o fim de resolver problemas de Topologia por meio de técnicas algébricas.

Os alunos deverão saber calcular grupos de homologia, cohomologia e homotopia em casos específicos, directamente, resultando de sequências exactas, passando a espaços de revestimento, ou usando equivalências de homotopia.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide students with knowledge of Algebraic Topology at a masters level, complementing the course of "Topology and Homotopy."

The main objective of this course is for students to understand the construction and basic properties of some functors from the category of topological spaces to other algebraically defined categories (illustrated with several examples) in order to solve problems of topology through an algebraic framework.

The students should know how to calculate homology, cohomology and homotopy groups in specific cases, directly, resulting from exact sequences, homotopy equivalences, or by passing to covering spaces.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1) *Categorias, funtores e transformações naturais.*

2) *Homotopia. Equivalência de homotopia. Grupo fundamental de um espaço topológico. Complexos CW. Propriedade da extensão da homotopia. Complexos simpliciais. Teoremas da Aproximação Simplicial e da Aproximação Celular. Classificação de espaços de revestimento e de superfícies.*

3) *Homologia. Sequências exactas. Complexos em cadeia. Homologia de complexos em cadeia. Homologia singular. Homologia simplicial. Invariância por homotopia. Homologia relativa. Sequências exactas curtas de complexos em cadeia. Excisão. Equivalência entre homologia simplicial e singular. Teorema de Hurewicz. Sequência de Mayer-Vietoris.*

4) *Grau de uma aplicação entre esferas. Teorema da Bola Penteada. Teorema do ponto fixo de Brouwer. Teorema de Jordan. Invariância do domínio. Homologia celular. Característica de Euler.*

5) *Topicos extra: cohomologia, produtos. Variedades. Grupos de homotopia, fibrações*

6.2.1.5. Syllabus:

1) *Categories, functors and natural transformations.*

2) Homotopy. Homotopy equivalence. Fundamental groupoid of a topological space. CW-complexes. The homotopy extension property. Simplicial complexes. Simplicial and cellular approximation theorems. Classification of covering spaces. Classification of surfaces.

3) Homology. Exact sequences. Chain complexes. Homology of chain complexes. Singular homology. Simplicial homology. Invariance under homotopy. Relative homology. Short exact sequences of chain complexes. Excision. Equivalence between simplicial and singular homology. Hurewicz theorem. Mayer-Vietoris sequence.

4) Degree of an application between spheres of the same dimension. Hairy ball theorem. Brouwer fixed point theorem. Jordan theorem. Invariance of the domain. Cellular homology. Euler characteristic.

5) Extra topics: cohomology, products. Manifolds. Homotopy groups, fibrations.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os fundamentos de teoria das categorias serão dados logo no início do curso. No segundo capítulo será ensinado o conceito de grupo fundamental de um espaço topológico, bem como um conjunto grande de técnicas de teoria da homotopia: complexos simpliciais, complexos CW, teoremas da aproximação, e espaços de revestimento.

O terceiro capítulo será devotado à teoria da homologia (singular e simplicial), e a métodos de cálculo. O quarto capítulo será devotado a aplicações.

O último capítulo é devotado ou a teoria da cohomologia e variedades, ou a grupos de homotopia em geral.

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

The foundations of category theory will be given early in the course. The second chapter will be devoted to the concept of the fundamental group of a topological space, as well as to a large set of techniques of homotopy theory: simplicial complexes, CW-complexes, approximation theorems and covering spaces.

The third chapter is aimed at homology theory (singular and simplicial), and calculation methods. The fourth chapter is devoted to applications.

The last chapter is devoted to cohomology and manifolds or to homotopy groups.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular funcionará em regime tutorial. Haverá um turno teórico semanal de 1.5 horas. Nas duas horas semanais de turnos de "orientação tutorial" os alunos serão orientados na bibliografia da unidade curricular, e far-se-á a discussão dos exercícios propostos. Haverá um horário de atendimento.

Os alunos deverão entregar quinzenalmente séries de exercícios, propostas pelo docente. No final do semestre far-se-á a média ponderada das notas das séries de exercícios, que contará para a nota final com o peso de 75%. Da nota de cada série de exercícios fará parte a discussão de alguns destes.

Cada aluno fará uma apresentação oral de cerca de 1 hora (por exemplo com uma demonstração completa de um teorema, explicação de uma pequena secção de um livro) A nota da apresentação contará para a nota final com o peso de 25 %.

Um aluno obtém frequência se tiver entregue todas, as séries de exercícios propostas, excepto possivelmente uma

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course will officially function in a tutorial basis. There will be a weekly theoretical class of 1.5 hours. In the two weekly hours of tutorials, the students will be guided through the bibliography, and discuss some of the proposed exercises. Office hours will be given.

The students must submit fortnightly series of exercises. The average of all grades will count towards the final mark of the course, with the weight of 75%. Of these grades, it will play a part the discussion (at the tutorials) of some of the exercises.

Each student will make an oral presentation of 1 hour (with a complete proof of a theorem, explanation of a small section of a book) The grade of the presentation will count towards the final mark with the weight of 25%.

A student obtains frequency if he has submitted all the series of exercises proposed, except possibly for one.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Havendo uma aula teórica de 1.5 h por semana, bem como duas horas de turnos tutoriais, e 0.5 horas de atendimento, haverá certamente horas de contacto suficientes para um aluno conseguir acompanhar a matéria da unidade curricular. As

séries de exercícios serão o mais completas possíveis, sendo a resolução destes a melhor maneira de os alunos progredirem na aprendizagem da unidade curricular. Dessa forma a avaliação será quase exclusivamente baseada na correcção das séries de exercícios, embora pesada com a discussão destas em turno tutoriais.

Os alunos terão ainda oportunidade de demonstrarem e expandirem os seus conhecimentos por via de uma apresentação oral de uma hora.

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

Since there is a 1.5-hour theoretical lecture per week, as well as two hours of tutorials, and also 0.5 hours of office hours, there will certainly be enough contact hours for a student to keep up to the matter of the course.

The series of proposed exercises will be as complete as possible. Solving a great number of these is surely the best way for the students to progress in learning the course. Therefore the evaluation of students will be almost entirely based on the mark of these problem sets, although weighted by their discussion in the tutorials.

Students will also have the opportunity to demonstrate and expand their knowledge in the subject through an oral presentation of about on hour.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Hatcher, Allen: Algebraic topology. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.

Teresa Monteiro Fernandes. Topologia algébrica e Teoria Elementar dos Feixes. Textos em Matemática, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

May, J. P.: A concise course in algebraic topology. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1999.

Rotman, Joseph J.: An introduction to algebraic topology. Graduate Texts in Mathematics, 119. Springer-Verlag, New York, 1988.

Munkres, James R.: Elements of algebraic topology. Addison-Wesley Publishing Company, Menlo Park, CA, 1984. ix+454 pp.

Mapa IX - Reticulados Distributivos / Distributive Lattices

6.2.1.1. Unidade curricular:

Reticulados Distributivos / Distributive Lattices

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

Júlia Maria Nunes Loureiro Vaz de Carvalho - TP:56h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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) Compreender e trabalhar com os conceitos e resultados básicos relativos à estrutura de reticulado.*
- 2) Compreender a noção de reticulado distributivo e saber caracterizações desta estrutura.*
- 3) Compreender e trabalhar com as propriedades específicas de reticulado distributivo.*
- 4) Reconhecer que reticulado de Boole é um reticulado distributivo especial e reconhecer a diferença entre reticulado de Boole e álgebra de Boole.*
- 5) Compreender e trabalhar com a dualidade de Priestley para reticulados distributivos limitados.*
- 6) Compreender que a dualidade de Stone para reticulados de Boole e a representação de reticulados distributivos finitos através de conjuntos parcialmente ordenados são casos particulares da dualidade de Priestley*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of this unit the student should have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- 1) Understand and work with the basic concepts concerning the structure of lattice.*

2) Understand the notion of distributive lattice and know characterizations of this structure.

3) Understand and work with the specific properties of distributive lattices.

4) Realize that a Boolean lattice is a special distributive lattice and understand the difference between Boolean lattice and Boolean algebra.

5) Understand and work with Priestley duality for bounded distributive lattices.

6) Understand that the Stone duality for Boolean lattices and the representation of finite distributive lattices through posets are particular cases of Priestley duality.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1: Definição de reticulado (como conjunto parcialmente ordenado e como álgebra). Subreticulado. Reticulado completo e reticulado algébrico.

Homomorfismo. Ideal e filtro. Relação de Congruência. Produto directo.

Ideal (filtro) primo e ideal (filtro) maximal.

Capítulo 2: Reticulado distributivo. Reticulado distributivo limitado.

Algumas propriedades relativas à estrutura de reticulado distributivo.

Caracterizações de reticulado distributivo, em particular através de subestruturas proibidas.

Teorema do ideal primo.

Reticulado de Boole e álgebra de Boole.

Capítulo 3: Dualidade de Priestley para reticulados distributivos limitados.

Casos particulares: Dualidade de Stone para reticulados de Boole; representação de reticulados distributivos finitos.

6.2.1.5. Syllabus:

Chapter 1: Lattice (as a poset and as an algebra). Sublattice. Complete lattice and algebraic lattice.

Homomorphism. Ideal and filter. Congruence relation. Direct product.

Prime ideal (filter) and maximal ideal (filter).

Chapter 2: Distributive lattice. Bounded distributive lattice.

Some properties in distributive lattices.

Characterizations of distributive lattices, in particular through forbidden substructures.

Prime ideal theorem.

Boolean lattice and boolean algebra.

Chapter 3: Priestley duality for bounded distributive lattices.

Special cases: Stone duality for Boolean lattices; representation of finite distributive lattices.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1 é dedicado a conceitos e resultados básicos relativos à estrutura de reticulado, cumprindo o primeiro objectivo. O conteúdo deste capítulo é usado nos capítulos subsequentes.

O capítulo 2 é dedicado aos reticulados distributivos, cumprindo os segundo, terceiro e quarto objectivos.

Os quinto e sexto objectivos são atingidos no capítulo 3. Neste capítulo é fundamental o Teorema do ideal primo estabelecido no anterior

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

Chapter 1 is devoted to basic concepts and results concerning the lattice structure, fulfilling the first objective. The content

of this chapter is used in the subsequent chapters.

Chapter 2 is devoted to distributive lattices, fulfilling the second, third and fourth goals.

The fifth and sixth goals are achieved in Chapter 3. In this chapter is fundamental the prime ideal theorem established in previous one.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas e consistem em exposição da teoria, ilustrada com exemplos, e em correcção da resolução de exercícios elaborada pelos alunos.

Quaisquer dúvidas serão esclarecidas no decorrer das aulas ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões combinadas directamente 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.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes consist on an oral explanation of the theory which is illustrated by examples, and the correction of the students' resolution of exercises.

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.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Nas aulas é exposta a teoria e são corrigidas as resoluções dos exercícios efectuadas pelos alunos. A teoria leccionada e a resolução dos exercícios propostos permitem atingir os objectivos de aprendizagem da UC.

Quaisquer sugestões (se necessárias) são dadas em aula ou nas sessões de atendimento de alunos, o mesmo acontecendo com o esclarecimento de qualquer dúvida.

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

In class, theory is presented and the students' resolutions of the exercises are corrected. The theory lectured and the work for solving the exercises allow to achieve the learning objectives of the unit.

Any suggestions (if needed) are given in class or in scheduled sessions. Any question is clarified.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. R. Balbes & P. Dwinger, Distributive Lattices, University of Missouri Press, 1974.

2. T. S. Blyth, Lattices and Ordered Algebraic Structures, Springer-Verlag, 2005.

3. B. Davey & H. A. Priestley, Introduction to Lattices and Order (2nd Edition), Cambridge University Press, 2002.

4. G. Grätzer, Lattice Theory – first concepts and distributive lattices, W. H. Freeman and Company, 1971.

5. G. Grätzer, General Lattice Theory (2nd Edition), Birkhäuser Verlag, 2003.

Mapa IX - Sistemas de Reescrita / Rewriting Systems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Sistemas de Reescrita / Rewriting Systems

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

António José Mesquita da Cunha Machado Malheiro - TP:56h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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) o domínio dos conceitos fundamentais dos sistemas de reescrita, tais como os de terminação e confluência.*
- 2) Saber provar os resultados básicos da teoria de sistemas de reescrita, entre os quais o teorema dos pares críticos.*
- 3) Saber aplicar os resultados fundamentais da teoria em apresentações de semigrupos e bases de Grobner.*
- 4) Reconhecer a aplicação destes conceitos em alguns sistemas computacionais, como por exemplo na computação algébrica simbólica, na prova automática de teoremas, na especificação e verificação de programas e na programação de linguagens de ordens superiores.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of this curricular unit the student should have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- 1) Expertise of the fundamental concepts of rewriting systems, such as termination and confluence.*
- 2) Know the proof the basic results of the theory of rewriting systems, including the theorem of critical pairs.*
- 3) Know how to apply the fundamental results on the theory of semigroup presentations and Grobner bases.*
- 4) Recognize the application of these concepts in some computer systems, such as the computer algebra systems, in automatic theorem proving, in the specification and verification of programs and programming languages of higher orders.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Sistemas abstractos de redução: reduções e equivalências; indução transfinita; relações de ordem.*
- 2. Sistemas de reescrita de termos: termos, substituições e identidades; álgebras livres; álgebras de termos; classes equacionais; problemas equacionais.*
- 3. Sistemas de reescrita de palavras: congruências de Church-Rosser; o problema da palavra; semigrupos e apresentações.*
- 4. Terminação: o problema de decisão; ordens de redução; ordens de simplificação.*
- 5. Confluência: confluência e confluência local; o problema de decisão; pares críticos.*
- 6. Completude: o procedimento de Knuth-Bendix.*
- 7. Bases de Grobner: redução de polinómios; bases de Grobner; algoritmo de Buchberger.*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Abstract Reduction Systems: equivalence and reduction; well-founded induction; order relations.*
- 2. Term Rewriting Systems: terms, substitutions, and identities; free algebras; term álgebras; equational classes; equational problems.*
- 3. String-Rewriting Systems: Church-Rosser Congruences; the word problem; semigroups and presentations.*
- 4. Termination: the decision problem; reduction orders; simplification orders.*
- 5. Confluence: confluence and locally confluence; the decision problem; critical pairs.*
- 6. Completion: the Knuth-Bendix completion procedure.*
- 7. Gröbner Bases: polynomial reduction; Gröbner bases; Buchberger's algorithm.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Nos dois primeiros pontos do programa abordam-se os princípios gerais da teoria, primeiro de uma forma abstracta e só depois no caso da reescrita de termos. Atendendo à preparação dos alunos, abordam-se os princípios básicos das relações de ordem. Cumpre-se o 1º dos objectivos propostos.

Com os pontos 4, 5 e 6 do programa pretende-se estudar os resultados fundamentais da teoria, procedendo à sua demonstração. Deste modo cumpre-se o 2º objectivo.

Uma aplicação destes resultados pode ser concretizada através do estudo de apresentações de semigrupos e das bases

de Grobner. Estes temas correspondem aos pontos 3 e 7 do programa, cumprindo-se assim o ponto 3 dos objectivos.

O último dos objectivos propostos será realizado através da observação da aplicação de alguns dos resultados explorados nos pontos 4, 5 e 6 do programa, em vários sistemas computacionais.

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

In the first two points of the program we address the general principles of the theory, first in an abstract way and then in the case of terms. In view of the students' preparation, we will approach to the basic principles of order relations. This covers the 1st of objectives.

Points 4, 5 and 6 of the program are devoted to the study of the fundamental results of the theory, proceeding to their demonstration, fulfilling the 2nd goal.

An application of these theoretical results can be achieved through the study of semigroup presentations and Grobner bases. These themes correspond to points 3 and 7 of the program, thus fulfilling the 3rd objective.

The last goal will be accomplished through the observation of some of the results explored in sections 4, 5 and 6 of the program, applied in various computer systems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica adotada assenta em aulas teórico-práticas nas quais se pretende expor os conceitos fundamentais e acompanhar o trabalho do aluno.

Pretende-se através de horas de contacto programadas, realizar uma exposição oral da matéria, acompanhada por pequenos exemplos representativos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos.

O alunos dispõem de exercícios, que devem resolver individualmente, e durante as horas de apoio/dúvidas discutir as soluções com o docente.

A avaliação é composta por 2 testes escritos de 2 horas ao longo do semestre e um trabalho individual a apresentar em seminário ou, em alternativa, por um exame de recurso.

Para um aluno obter uma classificação superior a 16 terá de realizar uma prova complementar.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The adopted teaching strategy is based on lectures in which it is intended to expose fundamental concepts and track students work.

Through scheduled contact hours we intend to make an oral presentation of the main topics, followed by small representative examples that allow a better understanding of theoretical concepts.

The students have exercises which should solve individually, and during the hours of support / doubts discuss solutions with the teacher.

The assessment consists of two written tests of two hours during the semester and an individual project to be presented in a seminar class or, alternatively, by a final exam.

For a student to get a rating higher than 16 it will have to do an additional exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas programadas, complementadas com o apoio do docente nas horas de atendimento individual, sempre que necessário.

Estas aulas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos.

A discussão dos exercícios propostos, em grupo ou com o auxílio do docente, é uma prática pedagógica adoptada essencial para o aluno aprender a ultrapassar as suas dificuldades. Pretende-se, por esta via, contribuir para uma melhor aprendizagem das matérias lecionadas, estimular o trabalho em grupo e a capacidade crítica dos estudantes e, ainda, incentivar os estudantes a estudarem a matéria de forma continuada durante o semestre.

A realização de um trabalho individual, habitualmente de carácter computacional e de aplicação, pretende estimular a motivação dos alunos através da concretização dos resultados aprendidos num contexto prático e em relação com outras disciplinas. As capacidades de exposição e comunicação são também desenvolvidas neste tipo de tarefas.

A aquisição de conhecimentos é avaliada em provas escritas (testes/exames) e orais (através do trabalho individual). A avaliação escrita consiste essencialmente na resolução de exercícios de aplicação dos conteúdos teóricos, à semelhança

dos exercícios propostos nas aulas.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in scheduled classes, complemented with the support of the teacher in the office hours, whenever required.

These lectures take place with an oral presentation of the subjects, followed by examples that allow a better understanding of theoretical concepts.

The discussion of the proposed exercises, in group or with the assistance of the teacher, is an adopted pedagogical practice essential for the student to learn to overcome their difficulties. In this way, we intend to help students to better learn the taught subjects, to encourage teamwork and critical capacities, and also to encourage students to study on an ongoing basis throughout the semester.

The realization of an individual project, usually of a computational nature and of application, aims to stimulate students' motivation through the implementation of the learned results in a practical context and in relation to other disciplines. The exposure and communication skills are also developed in this type of tasks.

The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams) and oral exams (through the individual project). The written evaluation consists essentially in the resolution of exercises where the theoretical concepts are applied, as it is with the exercises proposed in classes.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- F. Baader and T. Nipkow. *Term Rewriting and All That*. Cambridge University Press, 1998.
- B. Benninghofen, S. Kemmerich and M. M. Richter. *Systems of Reductions*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 277. Springer-Verlag, 1987.
- R.V. Book and F. Otto. *String-Rewriting Systems*. Springer-Verlag, 1993.
- TERESE, *Term Rewriting Systems*, Cambridge University Press, 2003.
- E. Ohlebusch. *Advanced Topics in Term Rewriting*. Springer-Verlag, 2002.

Mapa IX - Tópicos de Semigrupos / Topics of Semigroups

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos de Semigrupos / Topics of Semigroups

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

Vitor Hugo Bento Dias Fernandes - TP:56h

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

n/a

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

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências avançadas no âmbito da teoria de semigrupos, nomeadamente no que diz respeito ao estudo de classes importantes de semigrupos: semigrupos inversos e algumas classe de semigrupos regulares

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that students develop advanced skills in the framework of semigroup theory, particularly with regard to the study of important classes of semigroups: inverse semigroups and some class of regular semigroups.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Semigrupos Regulares: propriedades gerais; a representação de Petrich; semigrupos regulares estritos; semigrupos de Clifford; bandas livres; variedades de bandas.

2. Semigrupos Inversos: propriedades gerais; semigrupos inversos fundamentais; semigrupos inversos bisimples; coberturas unitárias; o P-teorema de McAlister; semigrupos inversos livres.

3. Algumas Classes de Semigrupos Regulares: semigrupos localmente inversos; semigrupos regulares gerados por idempotentes; semigrupos ortodoxos; semigrupos pseudoinversos; semigrupos regulares E-unitários e o P-teorema de

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Regular semigroups: general properties, the Petrich representation; strict regular semigroups; Clifford semigroups, free bands; varieties of bands.*
- 2. Inverse semigroups: general properties; fundamental inverse semigroups, bisimple inverse semigroups; unitary covers; the McAlister P-theorem; free inverse semigroups.*
- 3. Some Classes of Regular Semigroups: locally inverse semigroups, regular semigroups generated by idempotents; orthodox semigroups; pseudoinverse semigroups; E-unitary regular semigroups and Szendrei P-theorem.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa contempla todos os aspectos referidos nos objetivos de aprendizagem. 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.

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

The program covers all the aspects mentioned in the learning objectives. 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.

6.2.1.7. 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/trabalhos) ou orais (exames/exposições), a realizar durante o período de aulas. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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/assignments) or oral (examinations/seminars) evaluations, 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

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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 (testes/exames) ou orais (exames/exposições). 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.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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 (tests/exams) or oral (examinations/seminars) 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. Clifford, A.H. e Preston, G.B., *The algebraic theory of semigroups*, Amer. Math. Soc. 1967
2. Howie, J.M., *Fundamentals of semigroup theory*, Oxford Univ. Press, 1995
3. Lawson, M.V., *Inverse Semigroups: the theory of partial symmetries*, World Scientific, 1998.
4. Petrich, M., *Inverse semigroups*, Willey, 1984
5. Petrich, M. e Reilly, N.R., *Completely regular semigroups*, Willey, 1999

Mapa IX - Tópicos de Lógica Matemática / Topics of Mathematical Logic

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos de Lógica Matemática / Topics of Mathematical Logic

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

Reinhard Josef Klaus Kahle - TP:56h

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

n/a

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

Nesta disciplina abordam-se tópicos avançados de lógica matemática que visam projectar os alunos para assuntos na fronteira da investigação actual na área.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this course advanced topics of Mathematical Logic are discussed. The goal is to bring the students to the edge of current research in the area.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Tópicos avançados de teoria da demonstração: cálculo de Tait, eliminação do corte, análise de ordinais, impredicatividade de sistemas axiomáticos, colapso de números ordinais, compreensão Π^1_2 .

6.2.1.5. Syllabus:

Advanced topics in proof theory: Tait calculus, cut elimination, ordinal analysis, impredicativity of axiomatic systems, collapse of ordinal numbers, Π^1_2 comprehension.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O conteúdo programático da cadeira é concebido numa forma que, num lado, os tópicos apresentados seguem a sua sucessão sistemática e, noutro lado, que resultam numa forma natural nos objectivos da unidade curricular

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

The syllabus is conceived in a way that, on the one hand, the items of the given programme are in their systematic order, and on the other hand, that they lead in a natural way to the objectives of the lecture course.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino, incluindo aulas teórico-práticas participadas e trabalho do aluno, segue da tradição bem-sucedida na Matemática no espírito de Felix Klein.

Avaliação contínua ou exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology, comprising class-room presentations and work of the student, follows the successful tradition of mathematic teaching in the spirit of Felix Klein.

Continues evaluation or final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A combinação de apresentações do professor com trabalho próprio do aluno a garantia principal para o sucesso de ensino matemático.

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

The combination of presentations of the professor with own work by the student is the principal guarantee for the success of mathematical teaching.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. Handbook of Mathematical Logic (J. Barwise, ed.), North-Holland, 1977.

2. W. Pohlers, Proof Theory: An Introduction, Springer, 2002.

Mapa IX - Variedades Diferenciais / Differential Manifolds

6.2.1.1. Unidade curricular:

Variedades Diferenciais / Differential Manifolds

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

João Nuno Gonçalves Faria Martins - TP:56h

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

n/a

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

Objectivos. Ensinar aos alunos o conceito de variedade diferencial, ilustrado com numerosos exemplos, nomeadamente o das superfícies em $\mathbb{R}^3$ e mais geralmente das subvariedades de $\mathbb{R}^n$.

Dotar os alunos de conhecimentos básicos de Topologia e de Geometria Diferencial, nomeadamente da noção de espaço tangente e cotangente a uma variedade, campo vectorial, forma diferencial, derivadas de Lie, derivadas exteriores, integração em variedades e teorema de Stokes.

Tópicos adicionais: cohomologia de De Rham, grau de uma aplicação entre variedades, relação entre grau e integral, conexões em variedades, curvatura e curvas geodésicas. Transversalidade. Grupos de Lie

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Teach the students the concept of differential manifolds, illustrated with numerous examples, including the surfaces in $\mathbb{R}^3$ and more generally of the submanifolds of $\mathbb{R}^n$.

Provide the students with basic knowledge of differential topology and of differential geometry, in particular the notion of tangent and cotangent space to a manifold, vector field, differential form, Lie derivative, exterior derivative, integration on manifolds, Stokes' theorem.

Additional topics: De Rham cohomology, degree of a map between manifolds, the relationship between degree and integral, connections on manifolds, curvature and geodesic curves. Transversality. Lie Groups

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1) Teorema da função implícita e da função inversa.

2) Espaços topológicos, funções contínuas e homeomorfismos.

3) Variedades diferenciais. Cartas locais e atlas de uma variedade. Funções diferenciáveis. Subvariedades. Teorema de Whitney.

4) Espaço tangente e cotangente a uma variedade. Campos vectoriais e campos tensoriais. Formas diferenciais. Fluxo de um campo vectorial. Parêntesis de Lie. Derivadas de Lie. Derivada exterior.

5) Orientação de variedades. Integração de formas diferenciais. Variedades com bordo. Teorema de Stokes.

6) (Opcional). Cohomologia de De Rham. Invariância por homotopia. Grau de uma aplicação entre variedades. Relação entre grau e integral. Índice de um campo vectorial. Característica de Euler.

7) (Opcional). Conexões em Variedades. Derivadas covariantes. Transporte paralelo. Curvas geodésicas. Torção e curvatura. Variedades Riemannianas. Conexão de Levi-Civita.

6.2.1.5. Syllabus:

1) *The inverse and implicit function theorems.*

2) *Topological spaces, continuous functions and homeomorphisms.*

3) *Differential manifolds. Local charts and atlases. Differentiable functions. Submanifolds. Whitney's theorem.*

4) *Tangent and cotangent space to a manifold. Vector fields and tensor fields. Flux of a vector field. Lie bracket. Lie derivatives. Exterior derivatives.*

5) *Orientations of manifolds. Integration of differential forms. Manifolds with boundary. Stokes theorem.*

6) *(Optional) De Rham cohomology. Invariance under homotopy. Degree of a map between manifolds. Relationship between degree and integral. Index of a vector field. Euler characteristic.*

7) *(Optional) Connections on Manifolds. Covariant derivative. Parallel transport. Geodesic curves. Torsion and curvature. Riemannian manifolds. Levi-Civita connection*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

No primeiros capítulo os alunos recordarão os teoremas da função implícita e da função inversa, e aprenderão o conceito de subvariedade de R^n . No segundo capítulo recordarão os conceitos necessários de topologia geral.

No terceiro capítulo aprenderão a definição geral de variedade, carta local e atlas. Depois de recordarem conceitos de álgebra multilinear, os alunos aplicá-los-ão à definição de espaço tangente e cotangente a uma variedade, bem como a campos tensoriais e forma diferenciais. Nesse ponto aprenderão também derivadas de Lie e derivadas exteriores de formas diferenciais.

O quarto capítulo é devotado à integração em variedades. Os capítulos 5 e 6 são opcionais sendo devotados à cohomologia de De Rham e ao conceito de grau, bem como ao estudo de conexões em variedades.

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

In the first chapter the students will recall the implicit and inverse function theorems, and learn the concept of submanifold of R^n . In the second chapter they will recall some concepts of general topology.

The third chapter will focus on the general definition of a manifold, local charts and atlas. After recalling concepts of multilinear algebra, students will apply them to the definition of the tangent and cotangent space to a manifold, and also to define differential forms and tensor fields. At this point they will learn Lie derivatives and exterior derivatives.

The fourth chapter is devoted to integration on manifolds. Chapters 5 and 6 are optional and are devoted to De Rham cohomology and the concept of degree, as well as to connections on manifolds.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular funcionará em regime tutorial. Haverá um turno teórico semanal de 1.5 horas. Nas duas horas semanais de turnos de "orientação tutorial" os alunos serão orientados na bibliografia da unidade curricular, e far-se-á a discussão dos exercícios propostos. Haverá horários de atendimento.

Os alunos deverão entregar quinzenalmente séries de exercícios, propostas pelo docente. No final do semestre far-se-á a média ponderada das notas das séries de exercícios, que contará para a nota final com o peso de 75%. Da nota de cada série de exercícios fará parte a discussão de alguns destes.

Cada aluno fará uma apresentação oral de cerca de 1 hora (por exemplo com uma demonstração completa de um teorema, explicação de uma pequena secção de um livro) A nota da apresentação contará para a nota final com o peso de 25 %.

Um aluno obtém frequência se tiver entregue todas, as séries de exercícios propostas, excepto possivelmente uma.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course will officially function in a tutorial basis. There will be a weekly theoretical class of 1.5 hours. In the two weekly hours of tutorials, the students will be guided through the bibliography, and discuss some of the proposed exercises. Office hours will be provided.

The students must submit fortnightly series of exercises. The average of all grades will count towards the final mark of the course, with the weight of 75%. Of these grades, it will play a part the discussion (at the tutorials) of some of the exercises.

Each student will make an oral presentation of 1 hour (with a complete proof of a theorem, explanation of a small section of a book) The grade of the presentation will count towards the final mark with the weight of 25%.

A student obtains frequency if he has submitted all the series of exercises proposed, except possibly for one.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
Havendo uma aula teórica de 1.5 h por semana, bem como duas horas de turnos tutoriais, e 0.5 horas de atendimento, haverá certamente horas de contacto suficientes para um aluno conseguir acompanhar a matéria da unidade curricular. As séries de exercícios serão o mais completas possíveis, sendo a resolução destes a melhor maneira de os alunos progredirem na aprendizagem da unidade curricular. Dessa forma a avaliação será quase exclusivamente baseada na correcção das séries de exercícios, embora pesada com a discussão destas em turno tutoriais.

Os alunos terão ainda oportunidade de demonstrarem e expandirem os seus conhecimentos por via de uma apresentação oral de uma hora.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Since there is a 1.5-hour theoretical lecture per week, as well as two hours of tutorials, and also 0.5 hours of office hours, there will certainly be enough contact hours for a student to keep up to the matter of the course.

The series of proposed exercises will be as complete as possible. Solving a great number of these is surely the best way for the students to progress in learning the course. Therefore the evaluation of students will be almost entirely based on the mark of these problem sets, although weighted by their discussion in the tutorials.

Students will also have the opportunity to demonstrate and expand their knowledge in the subject through an oral presentation of about on hour.

6.2.1.9. Bibliografia principal:
Dennis Barden, Charles Benedict Thomas: An Introduction to Differential Manifolds, Imperial College Press, 2003
Milnor, John W.: Topology from the differentiable viewpoint. Based on notes by David W. Weaver. Revised reprint of the 1965 original. Princeton Landmarks in Mathematics. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.

Manfredo Perdigão de Carmo: Geometria Riemanniana, IMPA (1988)
Dubrovin, B. A.;Fomenko, A.T.;Novikov, S.P.: Modern Geometry-Methods and Applications: Part II, the Geometry and Topology of Manifolds Graduate Texts in Mathematics, springer-verlag (1985)

Mapa IX - Análise Funcional / Functional Analysis

6.2.1.1. Unidade curricular:
Análise Funcional / Functional Analysis

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Oleksiy Karlovych - TP:56h

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
n/a

6.2.1.4. Objectivos 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:

-Conhecer e utilizar fluentemente as propriedades, resultados e procedimentos elementares da análise funcional linear em espaços vetoriais topológicos e em espaços normados; com vista à sua aplicação a equações diferenciais.

-Saber aplicar os teoremas de Banach-Steinhaus e de Hahn-Banach, da aplicação aberta e do gráfico fechado

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
By the end of this course, the student should have acquired knowledge, skills and competences in order to:

-Use fluently the elementary properties, results and procedures of functional analysis in topological vector spaces and in normed spaces, in view of applications to differential equations.

-Apply the Banach-Steinhaus and Hahn-Banach theorems, the open mapping and the closed graph theorems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Espaços vetoriais topológicos. Propriedades de separação. Aplicações lineares. Espaços de dimensão finita. Metrizabilidade. Limitação e continuidade. Seminormas e convexidade local. Espaço quociente. Exemplos. Completude.

Categoria de Baire . Teorema de Banach-Steinhaus . Teorema da aplicação aberta. Teorema do gráfico fechado. Aplicações bilineares. Convexidade. Teorema de Hahn-Banach. Topologias fracas. Conjuntos convexos compactos. Integração vetorial. Funções holomorfas. Dualidade em espaços de Banach. Espaço dual normado de um espaço normado. Operadores adjuntos. Operadores compactos.

6.2.1.5. Syllabus:

Topological vector spaces. Separation properties. Linear mappings. Finite-dimensional spaces. Metrization. Boundedness and continuity. Seminorms and local convexity. Quotient spaces. Examples. Completeness. Baire category. The Banach-Steinhaus theorem. The open mapping theorem. The closed graph theorem. Bilinear mappings. Convexity. The Hahn-Banach theorem. Weak topologies. Compact convex sets. Vector-valued integration. Holomorphic functions. Duality in Banach spaces. The normed dual of a normed space. Adjoints. Compact operators.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O Programa contempla todos os itens referidos nos objetivos de aprendizagem. Em particular, as fichas de exercícios, apontamentos teóricos e outro material fornecido aos alunos foram construídos por forma a que os alunos possam desenvolver de forma equilibrada todos os conhecimentos e capacidades necessárias ao bom cumprimento desses objetivos. A equipa docente seguirá de perto os progressos e dificuldades dos alunos.

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

The Program specifically addresses all the items mentioned in the "learning goals" section. In particular, all the exercise sheets, theoretical notes and other documents given to the students have been constructed in order to allow them to attain, in a precise way, those goals. The professors of this course will monitor the progress and difficulties of the students.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conteúdos da disciplina, ilustrada com exemplos de aplicação. Durante estas aulas, 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 combinadas directamente entre aluno e professor.

Os alunos poderão obter aprovação à disciplina por avaliação contínua, que conta com três momentos avaliativos.

Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the Theoretical-Practical classes, the different contents of this course will be exposed. Students will be asked to solve exercises and elaborate proofs of some of the different results presented.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to this effect or even at special sessions previously arranged between professors and students.

The students may obtain approval in this course by performing three tests during the semester. Also, they may present themselves to a final exam that will test all the learning goals of this course.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As componentes necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas em sessões teórico-práticas, com o apoio adicional do docente em horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada por análise de tarefas que os alunos devem elaborar e em eventuais provas escritas (testes/exames).

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: através da exposição e discussão dos conceitos fundamentais da disciplina e através da resolução de problemas com apoio do docente.

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

The components needed to attain the learning goals are given in theoretical and practical sessions, with the additional help of the teacher in practical sessions, if needed. The acquisition of facts and skills is assessed in the form of duties that the students must perform and eventually on written exams.

The practical components needed to achieve the learning goals are given through the exposition and discussion of the key concepts of this course and, in the practical sessions, through problem solving with the help of the teacher.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces, and Partial Differential Equations. Springer, 2010.

Mapa IX - Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos / Differential Equations and Dynamical Systems

6.2.1.1. Unidade curricular:

Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos / Differential Equations and Dynamical Systems

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

Rogério Ferreira Martins - TP:56h

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

n/a

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

Obter conhecimentos e aptidões que lhe permitam:

Representar esquematicamente o retrato de fases de qualquer sistema linear no plano.

Entender as bifurcações e o diagrama de bifurcação de sistemas lineares no plano.

Entender teoricamente as dinâmicas de sistemas lineares a mais dimensões.

Perceber a diferença entre sistemas lineares e não-lineares, do ponto de vista conceptual e dinâmico.

Entender o problema de existência unicidade e continuidade em relação às condições iniciais.

Entender o que é a aplicação de Poincaré e a equação variacional.

Entender o estudo local de singularidades de sistemas não-lineares.

Ficar com uma pequena noção de situações de bifurcação de sistemas não-lineares.

Perceber os casos particulares de sistemas Hamiltonianos e gradientes.

Entender a ideia de conjunto limite.

Entender o Teorema de Poincaré-Bendixon e consequências.

Ficar com uma ideia do tipo de aplicações da matéria apresentada.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Gain knowledge and skills that allow:

To make schematic representation of the phase portrait of any planar linear system.

Understand the bifurcations and bifurcation diagram of planar linear systems.

Theoretically understand the dynamics of linear systems to more dimensions.

Understand the difference between linear and non-linear, the dynamic and conceptual point of view.

Understand the problem of existence uniqueness and continuity with respect to initial conditions.

Understanding what is the Poincaré map and the variational equation.

Understanding the local study of singularities of nonlinear systems.

Get an idea of bifurcation of nonlinear systems.

Understand the particular cases of Hamiltonian and gradient systems.

Understand the idea of limit set.

Understanding the Poincaré-Bendixon Theorem and consequences.

Get an idea of the type of applications of the topics presented.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Exemplos básicos

2. Sistemas lineares no plano

Equações diferenciais de segunda ordem

3. Retratos de fase para sistemas no plano

Mudança de coordenadas

4. Classificação dos sistemas no plano

O plano traço-determinante

Classificação

5. Revisões de álgebra linear

6. Sistemas lineares de dimensão superior

Valores próprios distintos

Osciladores harmónicos

Valores próprios repetidos

A exponencial de uma matriz

7. Sistemas não-lineares

Sistemas dinâmicos

O Teorema de existência e unicidade

Dependência contínua de soluções

A Equação variacional

8. Equilíbrios em Sistemas Não-Lineares

Nós

Selas

Estabilidade

Bifurcações

9. Técnicas não-lineares globais

Estabilidade de equilíbrios

Sistemas gradiente

Sistemas Hamiltonianos

10. Órbitas fechadas e conjuntos limite

Secções locais

A aplicação de Poincaré

O Teorema de Poincaré-Bendixson

11. Aplicações

6.2.1.5. Syllabus:

1. Basic examples

2. Planar linear systems

Second-order differential equations

The linearity principle

3. Phase portraits for planar systems

Changing coordinates

4. Classification of planar systems

The trace-determinant plane

Dynamical classification

5. Review higher dimensional linear algebra

6. Higher dimensional linear systems

Distinct eigenvalues

Harmonic oscillators

Repeated eigenvalues

The exponential of a matrix

7. Nonlinear systems

Dynamical systems

The existence and uniqueness theorem

Continuous dependence of solutions

The variational equation

8. Equilibria in nonlinear systems

Nonlinear sinks and sources

Saddles

Stability

Bifurcations

9. Global nonlinear techniques

Nullclines

Stability of equilibria

Gradient systems

Hamiltonian systems

10. Closed orbits and limit sets

Local sections and flow boxes

The poincaré map

The poincaré-bendixson theorem

11. Applications

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Numa primeira parte da matéria são apresentados os sistemas lineares no plano. Do ponto de vista analítico e representação geométrica no espaço de fases. É dada especial atenção à classificação no diagrama de bifurcação no plano traço-determinante. É feita uma pequena revisão de noções de álgebra linear necessárias para entender os sistemas lineares de mais dimensões.

Entramos no mundo não-linear apresentando os conceitos de existência unicidade e continuidade em relação às condições iniciais. Apresentam-se técnicas de estudo local de singularidades bem como técnicas de estudo global. Introduzimos os conceitos de conjunto limite e o Teorema de Poincaré-Bendixon. No final o aluno escolhe capítulo com aplicações da matéria a uma área específica

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

In the first part the linear planar systems are presented. From the analytical point of view and geometric representation in the phase space. Special attention is given to the classification in the trace-determinant bifurcation diagram in the plane. There is a short review of linear algebra concepts necessary to understand the linear systems of more dimensions.

We enter the nonlinear world by presenting the concepts of existence, uniqueness and continuity with respect to initial conditions. We present techniques for the local study of singularities and the global study. We introduce the concepts of limit set and theorem of Poincaré-Bendixon. At the end the student chooses a chapter with applications of the subject to a specific area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno segue um livro que contém toda a matéria e encontra-se uma hora por semana com o professor onde discutem a

matéria e os exercícios propostos. Os exercícios devem ser entregues semanalmente e o professor verifica ao longo do semestre o nível de domínio da matéria. No final o aluno escolhe um tema que deve desenvolver e sobre o qual deve redigir um pequeno ensaio. A nota final é complementada com um exame, com consulta, realizado no final do semestre.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student follows a book that contains all the topics and has an appointment with the teacher one hour per week, where they discuss the subjects and the exercises. The exercises should be handed weekly and the teacher checks the progress of the student. At the end of the semester the student chooses a topic to develop and write a short essay. The final grade is complemented with an examination held at the end of the semester.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os encontros periódicos com o professor permitem discutir os conceitos e ajudar o aluno a enquadrar as matérias no conjunto de conhecimentos já adquiridos. Os exercícios são úteis para ilustrar e consolidar conhecimentos. A entrega de exercícios resolvidos periodicamente e seguindo um plano pré-estabelecido ajuda o aluno a manter um ritmo de trabalho constante ao longo do semestre, este programa de trabalho é essencial numa disciplina em regime tutorial. O trabalho final obriga o aluno a desenvolver um tópico e a apresentá-lo por escrito de forma clara.

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

The periodic meetings with the professor, allow for a discussion of the concepts and help students to frame the subjects in the body of knowledge already acquired. The exercises are useful to illustrate and consolidate knowledge. The delivery of solved exercises regularly and following a pre-established plan helps the student to maintain a steady pace of work throughout the semester, this working program is essential in this type of course. The final project leads the student to develop a topic and present it clearly.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

[1] M. Hirsch, S. Smale, R. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems & an Introduction to Chaos, Elsevier, 2004.

[2] Perko, Differential Equations and Dynamical Systems, Springer, 1991.

[3] J. H. Hubbard, B. H. West, Differential Equations: A Dynamical Systems Approach. Higher-Dimensional Systems, Springer-Verlag, 1995.

[4] F. P. Costa, Equações diferenciais ordinárias, IST Press, 1998.

Mapa IX - Teoria da Medida / Measure Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria da Medida / Measure Theory

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - TP:56h

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

n/a

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

Nesta disciplina pretende-se fornecer os conhecimentos básicos de Teoria da Medida indispensáveis a uma formação de segundo ciclo em Análise Numérica e Equações Diferenciais. O aluno deverá familiarizar-se com os conceitos gerais da Integração de Lebesgue (descritos no ponto 15. deste documento) bem como dominar as diferentes técnicas de cálculo e de raciocínio a eles associados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the semester, the student should have acquired the basic knowledge on measure theory needed for the study of partial differential equations, from a theoretical and numerical view-point.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. σ -Álgebras

2. Medidas positivas sobre um espaço mensurável

3. Aplicações mensuráveis

4. *Funções integráveis*

5. *Teoremas de convergência e aplicações*

6. *Os espaços $L_p(\mu)$ e $L_p(\mu)$*

7. *Produtos de medidas*

8. *Teoremas de representação*

6.2.1.5. Syllabus:

1. *sigma-algebras*

2. *Positive measures over a measurable space*

3. *Measurable functions*

4. *Integrable functions*

5. *Convergence theorems*

6. *L_p spaces*

7. *Product of measures*

8. *Representation theorems*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O Programa contempla todos os itens referidos nos objetivos de aprendizagem. Em particular, as fichas de exercícios, apontamentos teóricos e outro material fornecido aos alunos foram construídos por forma a que os alunos possam desenvolver de forma equilibrada todos os conhecimentos e capacidades necessárias ao bom cumprimento desses objetivos.

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

The Program specifically addresses all the items mentioned in the "learning goals" section. In particular, all the exercise sheets, theoretical notes and other documents given to the students have been constructed in order to allow them to attain, in a precise way, those goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas participadas, com exposição oral de matéria e resolução de problemas.

A avaliação consiste na realização de testes presenciais durante o período lectivo e na realização de trabalhos não presenciais. Durante o período de avaliação será efectuado o exame habitual de Época de Recurso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course is organized in plenary sessions, in which the different aspects of the theory of integration will be taught, and practical classes, in which the students must solve exercises concerning the concepts and methods taught during the plenary sessions. The assessment consists of tests during the semester. At the end of the semester, students will take a final exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.

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

This is the methodology commonly used for this type of discipline in most universities.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. *Walter Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, New York, third edition, 1987.*

2. *Lawrence C. Evans and Ronald Gariepy, Measure Theory and fine properties of functions, Studies in Advanced Mathematics, CRC Press, 1992.*

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

Luís Manuel Trabucho de Campos (sem horas de contato)

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

Nadir Arada - TP:56h

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

Permitir ao aluno ficar com conhecimentos de Complementos de Análise Numérica para a Análise Numérica de EDO e para a cálculo de valores e de vectores próprios.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the student some complements of Numerical Analysis methods for the Numerical Analysis of ODE and the calculation of eigenvalues and eigenvectors.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias

1. Métodos de passo simples e passo múltiplo;

2. Método de Runge-Kutta-Fehlberg.

3. Métodos preditores-correctores; controlo do passo.

4. Sistemas de edo's. Edo's de ordem superior.

2. Resolução numérica de equações diferenciais com condições de fronteira

1. Métodos de diferenças finitas (para problemas lineares e não lineares).

2. Método de Rayleigh-Ritz.

3. Valores próprios e vectores próprios

1. Método das potências,

2. Método de Jacobi.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Numerical solution of ordinary differential equations

a. Simple and multistep methods;

b. Runge-Kutta-Fehlberg method.

c. Predictor-corrector methods. Step control

d. Methods for solving systems of ODE. Methods for solving higher order ODE.

2. Numerical solution of differential equations with boundary conditions

a. Finite difference methods (for linear and nonlinear problems).

b. Rayleigh-Ritz method.

3. Eigenvalues and eigenvectors

a. Power method,

b. Jacobi method.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the basic material.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas e aulas em laboratório informático.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical-practical classes in computer lab.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.

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

This is the methodology commonly used for this type of discipline in most universities.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1.P.Lascaux, R.Théodor, *Analyse Numérique Matricielle Appliquée a l'Art de l'Ingénieur*, Masson
2.Heitor Pina, *Métodos Numéricos*, Mac Graw Hill
3.E. K. Blum, *Numerical Analysis and ComputationTheory and Practice*, Addison-Wesley Publishing Company
4.Richard Burden,Douglas Faires, *Numerical Analysis*, ITP
5.Lothar Collatz, *The Numerical Treatment of Differential Equations*, Springer-Verlag

Mapa IX - Teoria das Distribuições / Theory of Distributions

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria das Distribuições / Theory of Distributions

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

Carlos Manuel Agra Coelho (sem horas de contato)

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

Filipe Serra de Oliveira - TP:56h

6.2.1.4. Objectivos 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:

- Conhecer e utilizar fluentemente as propriedades, resultados e procedimentos elementares da teoria das distribuições;com vista à sua aplicação a equações diferenciais.*
- Compreender a topologia dos espaços de distribuições e aplicá-la aos diferentes conceitos de convergência de uma sucessão de funções.*
- Diferenciar distribuições e estabelecer a relação entre este tipo de diferenciação e a diferenciação no sentido clássico.*
- Conhecer a noção de operador diferencial e de solução fundamental.*
- Aplicar a transformada de Fourier a distribuições temperadas e conhecer as suas principais propriedades;*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of this course, the student should have acquired knowledge, skills and competences in order to:

- Use fluently the elementary properties, results and procedures concerning distributions, in view of applications to differential equations;*
- Understand the topology of the distribution's space and apply it to the different notions of convergence of a sequence of functions.*
- Differentiate distributions and establish the relationship between this type of differentiation and differentiation in the classical sense.*
- To be familiar with the notion of differential operator and fundamental solution.*
- Apply the Fourier Transform to tempered distributions and to know its main properties.*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Pequeno Apontamento Histórico.

Diferenciação de funções não regulares.

2. Preliminares.

Espaços de Fréchet; Espaços C_k e C^∞ ; Limites indutivos topológicos e o espaço das funções teste.

3. Espaço das distribuições.

Formas lineares contínuas; Funções localmente integráveis.

*4. Convergência de sucessões de distribuições;Topologia fraca e fraca *; Caracterizaçãoda convergência de distribuições e*

propriedades fundamentais.

5. Diferenciação no espaço das distribuições.

Operadores diferenciais: noção de solução fundamental; convolução de Distribuições; Produto de convolução; Propriedades gerais do produto de convolução de distribuições.

6. O espaço das distribuições temperadas.

Funções regulares de decrescência rápida e passagem ao dual; Os espaços L_p enquanto distribuições temperadas; Transformada de Fourier de uma distribuição temperada e propriedades.

7. Aplicação: Espaços de Sobolev.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Historical Context.

Differentiation of nonregular functions.

2. Preliminaries.

Frechet's Spaces; Spaces C^k and C^∞ , Inductive topological limits and test functions.

3. Space of Distributions.

Linear Continuous forms; Locally Integrable Functions.

4. Convergence of sequences of distributions; Weak and Weak * topology; Characterisation of the Convergence of Distributions and fundamental properties.

5. Differentiation of distributions.

Differential operators; Fundamental Solutions; Convolution of distributions; General properties of convolution;

6. Tempered Distributions.

Smooth rapid decreasing functions; L^p spaces as tempered distributions; Properties of the Fourier Transform.

7. Application: Sobolev Spaces.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O Programa contempla todos os itens referidos nos objetivos de aprendizagem. Em particular, as fichas de exercícios, apontamentos teóricos e outro material fornecido aos alunos foram construídos por forma a que os alunos possam desenvolver de forma equilibrada todos os conhecimentos e capacidades necessárias ao bom cumprimento desses objetivos.

A equipa docente seguirá de perto, quer nas aulas teóricas quer nas aulas práticas, os progressos e dificuldades dos alunos.

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

The Program specifically addresses all the items mentioned in the "learning goals" section. In particular, all the exercise sheets, theoretical notes and other documents given to the students have been constructed in order to allow them to attain, in a precise way, those goals.

The professors of this course will monitor, in the practical and theoretical classes, the progresses and difficulties of the students.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conteúdos da disciplina, ilustrada com exemplos de aplicação. Durante estas aulas, 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 combinadas directamente entre aluno e professor.

Os alunos poderão obter aprovação à disciplina por testes: serão realizados três durante o ano letivo.

Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the Theoretical-Practical classes, the different contents of this course will be exposed. Students will be asked to solve exercises and elaborate proofs of some of the different results presented.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to it or even at special sessions previously arranged between professors and students.

The students may obtain approval in this course by performing three tests during the semester. Also, they may present themselves to a final exam that will test all the learning goals of this course.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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 docentes nas aulas práticas e horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). 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 através da resolução de problemas com apoio do docente.

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

The theoretical components needed to attain the learning goals are given in theoretical sessions, with the additional help of teachers in practical sessions and in tutorial sessions, if needed. The acquisition of facts and skills is assessed in the form of written exams.

The practical components needed to achieve the learning goals are given, in the theoretical sessions, through the exposition and discussion of the key concepts of this course and, in the practical sessions, through problem solving with the help of the teacher.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1.F. Friedlander and M. Joshi, Introduction to the Theory of distributions;*
- 2.A. Kolmogorov and V. Fomin, Introductory real analysis;*
- 3.W. Rudin, Functional Analysis;*
- 4.R. Strichartz, A Guide to Distribution Theory and Fourier Transforms.*

Mapa IX - Equações com Derivadas Parciais I / Partial Differential Equations I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Equações com Derivadas Parciais I / Partial Differential Equations I

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

Filipe Serra de Oliveira - TP:56h

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

n/a

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

O estudante deve ter assimilado os exemplos clássicos mais importantes das EDP, assim como as técnicas modernas para demonstrar existência, unicidade e regularidade de problemas elípticos.

Deve ser igualmente compreendida a importância dos problemas espectrais associados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student must have understood the classic examples in PDE, as well as the modern techniques to prove existence, unicity and regularity of elliptic problems.

Also the associated spectral problems must have been understood.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Exemplos de equações com derivadas parciais lineares: equação de transporte, equação de Laplace, equação de calor e

equação das ondas.

Espaços de Sobolev. Derivada distribucional. Propriedades elementares. Aproximação por funções regulares. Teorema de prolongamento. Teorema de traço. Desigualdades de Sobolev. Compacidade. Desigualdade de Poincaré. A transformada de Fourier e os espaços de Sobolev.

Equações elípticas de segunda ordem. Formulação variacional fraca. Existência de solução: Teorema de Lax-Milgram. Alternativa de Fredholm. Regularidade. Princípio do máximo. Valores próprios e funções próprias. Sistema de elasticidade. Problemas de evolução lineares. Problemas parabólicos de segunda ordem: existência, regularidade e princípios do máximo. Problemas hiperbólicos de segunda ordem: existência, regularidade e propagação. Teoria de semigrupos (Teorema de Yoshida-Philips).

6.2.1.5. Syllabus:

Examples of linear partial differential equations: transport equation, Laplace equation, heat equation and wave equation. Sobolev spaces. Distributional derivative. Elementary properties. Approximation by regular functions. Extension theorem. Trace theorem Sobolev inequalities. Compactness. Poincaré inequality. Fourier transform and Sobolev spaces. Second order elliptic equations. Weak variational formulation. Existence theorem: Lax-Milgram's Theorem. Fredholm alternative. Regularity. Maximum Principle. Eigenvalues and eigenfunctions. System of Elasticity. Evolution linear problems: second order parabolic problems: existence, regularity and maximum principle. Second order hyperbolic problems: existence, regularity e propagation. Semigroups theory (Yoshida-Philips's Theorem).

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A compreensão dos tópicos apresentados é essencial ao estudo atualizado de qualquer problema em que intervenham equações diferenciais parciais e não há fenómeno nenhum na Física, na Engenharia, na Economia, na Ciência em geral, que não seja regido por uma equação diferencial.

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

The understanding of the proposed topics is essential to the modern analysis of any problem in partial differential equations. In fact all phenomena in Physics, Engineering, Economy or in any Science, are governed by a differential equation.

6.2.1.7. 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 ou nas sessões destinadas a atendimento de alunos ou ainda em sessões combinadas directamente entre aluno e professores.

Os alunos poderão obter aprovação à disciplina por testes: serão realizados três durante o ano letivo. Em alternativa, poderão submeter-se a um exame final que engloba todos os conteúdos da disciplina.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

heoretical classes consist on a theoretical exposition illustrated by examples of applications.

Practical classes consist on the solving of exercises of application of the methods and results presented in the theoretical classes.

Any questions or doubts will be adressed during the classes, during the weekly sessions specially provided to this end or even at special sessions previously arranged between professors and students.

The students may obtain approval in this course by performing three tests during the semester. Also, they may present themselves to a final exam that will test all the learning goals of this course.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

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

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

The theoretical components needed to attain the learning goals are given in the theoretical classes, with the additional help of teachers in the practical classes and in tutorial sessions, if needed. The acquisition of facts and skills is assessed in the form of written exams.

The practical components needed to achieve the learning goals are given, in the theoretical sessions, through the exposition and discussion of the key concepts of this course and, in the practical sessions, through problem solving with the help of the teacher.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*L.C. Evans, Partial Differential Equations. American Mathematical Society.
H. Brezis, Analyse Fonctionnelle: théorie et applications. Masson.
D. Gilbarg & N. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order. Springer.
P. Grisvard, Elliptic Problems in Nonsmooth Domains, Pitman, 1985.
J.-L. Lions & E. Magenes, Nonhomogeneous boundary value problems and Applications, vol.I a III. Springer*

Mapa IX - Análise Numérica das Equações Diferenciais Parciais I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Numérica das Equações Diferenciais Parciais I

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

Luís Manuel Trabucho de Campos (sem horas de contato)

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

Nadir Arada - TP:56h

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

Pretende-se que os alunos fiquem a conhecer as noções essenciais de Análise Funcional associadas aos métodos das Diferenças Finitas e ao Método dos Elementos Finitos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that students get to know the essential concepts of functional analysis associated with the Finite Difference and Finite Element Methods.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Método das Diferenças Finitas para problemas elípticos uni e bidimensionais. 2. Método dos Elementos Finitos para problemas uni e bidimensionais. Bases locais. Matrizes e vectores do elemento. Matrizes e vectores globais. Condições de fronteira de Dirichlet, Neumann e mistas. Elementos quadráticos e cúbicos. 3. Distribuições regulares e singulares. Derivada distribucional. Espaços $L^1_{loc}(W)$, $L^p(W)$, $H^m(W)$, $H^m_0(W)$. Teorema de Hahn-Banach. 4. Desigualdade de Poincaré. Domínios lipschitzianos. Traço. Regularidade e formulação variacional. Teorema de Lax-Milgram. 5. Espaços $H^{1/2}(\partial\Omega)$, $H^{k-1/2}(\partial\Omega)$, $H^{-k+1/2}(\partial\Omega)$. 6. Espaços $H^{-m}(\Omega)$. Fórmulas de Green. Espaço $H^\Delta(\Omega)$. 7. Estimativas do erro.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Finite Difference Method for one and two-dimensional elliptic problems. 2. Finite Element Method for one and two-dimensional elliptic problems. Local bases. Element matrices and vectors. Global matrices and vectors. Boundary conditions of Dirichlet, Neumann and mixed types. Quadratic and cubic elements. 3. Regular and singular distributions. Distributional derivative. $L^1_{loc}(W)$, $L^p(W)$, $H^m(W)$, $H^m_0(W)$ spaces. Hahn-Banach theorem. 4. Poincaré inequality. Lipschitz domains. Trace. Regularity and variational formulation. Lax-Milgram theorem. 5. $H^{1/2}(\partial\Omega)$, $H^{k-1/2}(\partial\Omega)$, $H^{-k+1/2}(\partial\Omega)$ spaces. 6. Space $H^{-m}(\Omega)$. Green's formulas. $H^\Delta(\Omega)$ space. 7. Errors estimates.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the basic material.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas, com exposição oral de matéria e resolução de problemas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical-practical classes with problem solving of the methods studied.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.

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

This is the methodology commonly used for this type of discipline in most universities.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1 - Ciarlet, P.G. (1978), The Finite Element Method for Elliptic Problems (North-Holland, Amsterdam)

2 - Euvrard, D. (1990), Résolution Numérique des Équations aux Dérivées Partielles (2e edition), (Masson, Paris).

3 - Hughes, T.J.R.(1987), The Finite Element Method: Linear, Static and Dynamic Finite Element Analysis (Prentice - Hall, Englewood Cliffs).

4 - Johnson, C. (1992), Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method (Cambridge University Press, Cambridge).

5 - Oden, J.T., and G.F. Carey (1981 - 1984), Finite Elements I: An Introduction (with E.B. Becker); II: A Second Course; III: Computational Aspects; IV: Mathematical Aspects; V: Special Problems in Solid Mechanics; VI: Special Problems in Fluid Mechanics (Prentice Hall, Englewood Cliffs).

Mapa IX - Equações Diferenciais Estocásticas / Stochastic Differential Equations

6.2.1.1. Unidade curricular:

Equações Diferenciais Estocásticas / Stochastic Differential Equations

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

Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques - TP:56h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes

- conheçam as propriedades e uma construção do Movimento Browniano,*
- conheçam as propriedades das martingalas,*
- conheçam a definição de integral estocástico e suas propriedades,*
- saibam aplicar a Fórmula de Itô,*
- saibam resolver equações diferenciais estocásticas lineares,*
- saibam utilizar a propriedade de Markov da solução de uma equação diferencial estocástica,*
- conheçam os semigrupos definidos pela solução de uma equação diferencial estocástica,*
- conhecam as equações de Kolmogorov,*
- conhecam o Teorema de Girsanov e algumas aplicações práticas.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course it is expected that students

- know the properties and the Kolmogorov construction of the Brownian Motion,*
- know the martingale properties,*
- know the definition of stochastic integral and its properties,*
- know how to apply the Itô formula,*

- know how to solve linear stochastic differential equations,
- know how to use the Markov property of the solution of a differential equation stochastic,
- know the semigroups defined by the solution of a stochastic differential equation,
- Know the Kolmogorov equations,
- Know the Girsanov theorem and some basic applications,

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1-Movimento Browniano- Integral de Wiener- Esperança condicionada- Martingalas

2-Integral Estocástico

3-Formula de Itô

4- Aplicações da fórmula de Itô- Transformação de medidas de probabilidade-Teorema de Girsanov

5- Equações diferenciais estocásticas- Teoremas de existência e unicidade- Propriedade de Markov -Processos de difusão- Semigrupos e equações de Kolmogorov

6-Equações diferenciais estocásticas lineares- Aplicações às Finanças- Fórmula de Feynman-Kac

6.2.1.5. Syllabus:

1-Brownian Motion- Wiener integral- Conditional expectation- Martingales

2-Stochastic integrals

3-Itô formula

4- Applications of the Itô Formula- Exponential process- Transformation of probability measures-Girsanov theorem

5- Stochastic Differential equations-Existence and uniqueness-Markov property-Diffusion processes- Semigroups and Kolmogorov equations

6-Linear stochastic differential equations- Applications to Finance- Feynman-Kac Formula

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Para que todos os objectivos 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 objectivos.

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

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.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na leção de aulas teórico-práticas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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 objectivos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1 -- Hui.Hsiung Kuo: *Introduction to Stochastic Integration*. Springer. 2006

2 -- Bernt Oksendal: *Stochastic Differential Equations*. Sringer. 1998

3 -- Paul Malliavin: *Integration and Probability*. Springer-Verlag. 1995

Mapa IX - Seminário Análise Numérica e Equações Diferenciais

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário Análise Numérica e Equações Diferenciais

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

Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício Rodrigues - S: 28h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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:

- acompanhar um seminário científico avançado sobre temas de Análise Numérica e Equações Diferenciais*
- preparar um tema para apresentação oral*
- apresentar um tema científico a um auditório de especialistas*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students should have acquired knowledge and skills to:

- follow a scientific seminar on advanced topics of Numerical Analysis and Differential Equations*
- Prepare a topic for oral presentation*
- Present a scientific topic to an audience of experts*

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Nesta disciplina, os estudantes vão trabalhar em temas combinados, com o regente da disciplina, para preparação de dois seminários.

6.2.1.5. Syllabus:

In this course, students will work on different issues chosen with professor to prepare for presentation in two seminars.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos desenvolvidos são escolhidos dentro dos conteúdos programáticos das unidades curriculares que fazem parte do mestrado em Matemática e Aplicações ramo de especialidade em Análise Numérica e Equações Diferenciais de acordo com o regente da disciplina.

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

The contents developed are chosen within the themes developed on the courses that are part of the master's degree in Mathematics and Applications branch specialty Numerical Analysis and Differential Equations, in accordance with the professor.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Assistir aos seminários da especialidade e preparar o aluno para apresentar um ou mais seminários na sua área de especialização.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Attend the seminars and prepare the student to present one or more seminars in his area of expertise.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As metodologias de ensino são focadas nos objectivos de aprendizagem em três aspectos:

- 1. Trabalho em autonomia: os alunos devem aprofundar os temas escolhidos para os seminários procurando bibliografia adequada; devem seleccionar os conteúdos a apresentar e a forma dessa apresentação (demonstração, explicação intuitiva, introdução de nomenclatura específica, introdução de conceitos base, etc) e elaborar material de apoio (apontamentos, slides, etc),;devem treinar a apresentação oral para que o discurso seja fluente.*
- 2. Tutorial: as dificuldades e dúvidas com todo o processo de aprendizagem são acompanhadas em regime de tutorial.*
- 3. Seminários: a assistência aos seminários da linha de Equações Diferenciais e Análise Numérica do CMA permite o contacto com novos assuntos e conceitos, obriga ao domínio da linguagem técnica e permite ainda ver em pratica algumas das forma de apresentação oral de temas científicos.*

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

Teaching methodologies are focused on the learning objectives in three ways:

- 1. Work autonomy: students should study the themes chosen for seminars seeking adequate bibliography; students should choose the content and form for presentation (demonstration, intuitive explanation, introduction of specific nomenclature, introduction of basic concepts, etc.) and prepare support material (notes, slides, etc.), and students must train for oral presentation speech is fluent.*
- 2. Tutorial: the difficulties and doubts about the whole process of learning are monitored under the tutorial.*
- 3. Seminars: following seminars to line Differential Equations and Numerical Analysis of the CMA allows contact with new subjects and concepts, requires the mastery of technical language and also allows to see in practice some styles of oral presentation of scientific topics*

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia será a adequada aos temas fixados para cada seminário.

The bibliography will be chosen in accordance to the themes set for each seminar.

Mapa IX - Controlo Ótimo / Optimal Control

6.2.1.1. Unidade curricular:

Controlo Ótimo / Optimal Control

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

Nadir Arada - TP: 56h

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

n/a

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

Pretende-se que os alunos dominam as noções essenciais da teoria das equações diferenciais parciais e da optimização, necessárias para a derivação das condições de optimalidade correspondentes.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim is to give the students the basic concepts regarding partial differential equations theory and optimization, and necessary to derive the corresponding optimality conditions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. EDP elípticas lineares e semi-lineares. Existência, unicidade e regularidade de soluções fracas.

2. Problema de controlo ótimo sem restrições governado por uma EDP elíptica. Continuidade e diferenciabilidade da aplicação controlo-estado. Existência de um controlo ótimo, condições necessária e suficientes de optimalidade. Problema de controlo com restrições.

3. EDP parabólicas lineares e semi-lineares. Noção de solução fraca, existência, unicidade e regularidade de soluções.

4. Problema de controlo ótimo governado por uma EDP parabólica. Continuidade e diferenciabilidade da aplicação controlo-estado. Existência de um controlo ótimo, condições de optimalidade.

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Linear and semilinear elliptic partial differential equations. Existence, uniqueness and regularity of weak solutions.*
- 2. Unconstrained optimal control problems governed by elliptic PDEs. Continuity and differentiability of the control-to-state mapping. Existence of an optimal control, necessary optimality and sufficient optimality conditions. Constrained optimal control problems.*
- 3. Linear and semilinear parabolic partial differential equations. Existence, uniqueness and regularity of weak solutions.*
- 4. Optimal control problems governed by parabolic PDEs. Continuity and differentiability of the control-to-state mapping. Existence of an optimal control, necessary and sufficient optimality conditions.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos de base da teoria do controlo ótimo.

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

The program contents meet the objectives of the course and are, in our view, sufficient for the average student to achieve and understand the basic concepts of optimal control theory.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas, com exposição oral de matéria e resolução de problemas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Mixed theoretical and practical classes.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.

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

This is a standard methodology for this type of discipline in most universities.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1. J.L. Lions, Contrôle Optimal des systèmes gouvernés par des équations aux dérivées partielles, Dunod, Gauthiers-Villars, Paris 1968.*
- 2. H.O. Fattorini, Infinite dimensional optimization and control theory, Encyclopedia of Mathematics and its Applications 62, Cambridge University Press, 1999.*
- 3. X. Li e J. Yong, Optimal control theory for infinite dimensional systems, Birkhäuser, Boston, 1995*

Mapa IX - Dinâmica Populacional I / Population Dynamics I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dinâmica Populacional I / Population Dynamics I

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

Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub - TP: 28h

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

n/a

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

Ao fim da disciplina o aluno deve estar pronto para prosseguir o estudo em modelos mais realistas (a ser introduzidos em Dinâmica Populacional II)

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After the course, students will be able to formulated more realist models in population dynamics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 A sequência de Fibonacci

2 A lei de Hardy-Weinberg

3 O teorema de Fisher

4 O processo de Galton

5 A distribuição de Ewens

6 As matrizes de Leslie

7 O modelo SIR

8 A dinâmica de Lotka-Volterra

6.2.1.5. Syllabus:

1. Fibonacci sequence

2. Hardy-Weinberg law

3. Fisher's Theorem

4. Galton process

5. Ewens' sampling formula

6. Leslie matrices

7. SIR model

8. Lotka-Volterra dynamics

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Esta disciplina introduz os modelos mais elementares em dinâmica populacional e que devem ser do conhecimento de todos que desejam um conhecimento mais aprofundado no tópico

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

We will present the most elementary models in population dynamics. Everyone interested in that topic shall have working knowledge of these models.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Palestras e trabalhos de casa.

3 folhas de exercício para resolução em casa e entrega para correção/discussão.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and homework.

3 homeworks with problems.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Aulas expondo a teoria básica e exemplos a serem trabalhados de forma individual.

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

Lectures with the basic theory and examples to be worked at home.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. Bacaër, Nicolas A short history of mathematical population dynamics. Springer-Verlag London, Ltd., London.

2. Britton, Nicholas F. Essential Mathematical Biology. Springer Undergraduate Mathematics Series, 2003.

3. Chalub, Fabio. Dinâmica Populacional: uma abordagem matemática (notas de aulas).

4. Hartle, Daniel L. and Clark, Andrew G. . Principles of Population Genetics. Sinauer, Massachussets, 2007.

Mapa IX - Modelos Matemáticos em Epidemiologia / Mathematical Models in Epidemiology

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos Matemáticos em Epidemiologia / Mathematical Models in Epidemiology

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

Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub (sem horas de contato)

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

Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício Rodrigues - TP: 28h

6.2.1.4. Objectivos 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:

*conhecer e demonstrar os principais resultados para o modelo de Kermack–McKendrick ou variações simples do mesmo
conhecer e demonstrar os principais resultados para modelos com efeitos demográficos: SIR e SIS (ou variações desses modelos)*

Calcular o número básico de reprodução associado a um determinado modelo. Compreender a sua interpretação matemática e biológica.

Construir modelos com medidas de controlo e analisar o seu impacto na transmissão da doença.

Construir e analisar modelos que incluam características específicas da transmissão de uma determinada doença.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students will have acquired knowledge and skills to:

Understand and demonstrate the main results for the Kermack-McKendrick model (or simple variations)

Understand and demonstrate the main results for models with demographic effects: SIR and SIS (or variations of these models)

Calculate the basic reproduction number associated with a model. Understand its biological and mathematical interpretation.

Build models with control measures and analyze their impact on transmission.

Build and analyze models that include characteristics of a certain disease.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Modelos epidémicos – o modelo de Kermack–McKendrick

Modelos com efeitos demográficos: SIR e SIS

Número Básico de Reprodução, R_0

Controlo

Generalizações:

Modelos SEIR

Doenças em populações animais

Models with Heterogeneidade

6.2.1.5. Syllabus:

Epidemic models - the model of Kermack-McKendrick

Models with demographic effects: SIR and SIS

Basic Reproduction Number, R_0

Control

Generalizations:

SEIR models

Diseases in animal populations

Models with Heterogeneity

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O capítulo 1 é dedicado aos modelos epidémicos. Cobrem-se, assim o primeiro objetivos enunciado.

O capítulo 2 é dedicado aos modelos com efeitos demográficos, cobrindo o segundo objetivo.

O capítulo 3 é dedicado ao estudo da noção de número básico de reprodução e o seu cálculo, correspondendo ao terceiro objetivo.

O capítulo 4 é dedicado ao estudo de medidas de controlo e do uso do número básico de reprodução como forma de avaliar o esforço necessário ao sucesso dessas medidas, cobrindo o quarto objetivo.

O capítulo 5 é dedicado ao estudo de modelos mais gerais em que sejam incluídos outros fenómenos como a heterogeneidade correspondendo ao quinto objetivo.

Ao longo de todo o curso serão revisitados ou introduzidos conceitos e resultados matemáticos que permitam fazer a análise dos modelos. Correspondendo ao sexto objetivo.

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

Chapter 1 is dedicated to epidemic models, wich covers up the first objective objective.

Chapter 2 is devoted to models with demographic effects, covering the second objective.

Chapter 3 is devoted to the study of the notion of basic reproduction number and its calculation, corresponding to the third objective.

Chapter 4 is devoted to the study of control measures and use of the basic reproduction number as a way to assess the effort necessary to itssuccess, covering the fourth objective.

Chapter 5 is devoted to the study of more general models that include other phenomena such as the heterogeneity corresponding to the fifth objective.

Throughout the course concepts and mathematical results will be revisited or introduced for the model analysis . Corresponding to the sixth order.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas-práticas será feita a exposição dos conceitos fundamentais para o desenvolvimento de modelos de dinâmica de doenças infecciosas. Através de exemplos tipo, serão explorados diferentes comportamentos e as ferramentas matemáticas apropriadas na sua análise.

Serão indicados exercícios para resolução em autonomia com bibliografia adaptada onde são aplicados os conceitos apresentados.

Exemplos mais realistas de problemas atuais serão introduzidos para motivar futuros trabalhos na área. O desenvolvimento de cada tema será feito em regime tutorial.

A avaliação é feita com base em:

5 folhas de exercícios para resolução em casa e entrega para correção/discussão (85%)

1 apresentação oral de um artigo (15%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exposure will be made of the fundamental concepts for the development of dynamic models of infectious diseases. Through examples, will be explored different behaviors and the appropriate mathematical tools used in their analysis.

Exercices will be given, with adapted bibliography, wherethe concepts presented are applied .

More realistic examples of current problems will be introduced to motivate future work in the area. The development of each topic will be under tutorial.

Evaluation is based on:

5 worksheets for solving at home and delivery for correction / discussion (85%)

Oral presentation of an article (15%)

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

Em cada semana é dado um tema novo. Os conceitos, motivação e principais resultados são apresentados pelo professor. O aluno basiado em bibliografia fornecida deve estudar, aprofundar o tema dado.

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

Each week is given a new theme. The concepts, motivation and main results are presented by the teacher. The Joint now provided student should study literature, developing the theme given.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

F. Brauer, P van den Driessche, J Wu, *Mathematical Epidemiology*, Springer, 2008
H.R. Thieme, *Mathematics in Population Biology*, Princeton Series in Theoretical and Computational Biology
O Diekmann, J A :P Heesterbeek, *Mathematical Epidemiology of Infectious diseases*, Wiley 2000
H. Weiss, *A mathematical introduction to population Dynamics*, Publicações matemáticas do IMPA
J. H. Hubbard, B. H. West, *Differential Equations: A Dynamical Systems Approach. Higher-Dimensional Systems*, Springer-Verlag, 1995.

Mapa IX - Equações com Derivadas Parciais II / Partial Differential Equations II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Equações com Derivadas Parciais II / Partial Differential Equations II

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

Ana Margarida Fernandes Ribeiro - TP:56h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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 conhecer e utilizar fluentemente as propriedades, resultados e procedimentos elementares dos métodos variacionais, com vista à sua aplicação a equações diferenciais.

Deverão ainda conhecer alguns métodos não variacionais para estabelecer a existência de soluções para equações diferenciais, como métodos de ponto fixo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of this course, the student should have acquired knowledge, skills and competences in order to use fluently the elementary properties, results and procedures concerning variational methods, in view of applications to differential equations;

Students must also be able to apply some non variational methods to determine the existence of solutions to partial differential equations, namely fixed point methods.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Cálculo de Variações.

1.1. Primeira variação - Equação de Euler-Lagrange; segunda variação.

1.2. Existência de minimizadores.

Coercividade, semicontinuidade inferior, convexidade.

Soluções fracas da Equação de Euler-Lagrange.

1.3. Regularidade.

2. Técnicas não variacionais.

2.1 Métodos de monotonia.

2.2 Métodos de ponto fixo.

Teorema do ponto fixo de Banach; Teoremas do ponto fixo de Schauder e Schaeffer.

3. Introdução às Equações não lineares dispersivas

6.2.1.5. Syllabus:

1. Calculus of Variations.

1.1 First Variation - Euler Lagrange Equation, Second variation.

1.2 Existence of Minimizers.

Coercivity, lower semicontinuity, convexity.

Weak solutions of Euler Lagrange Equations.

1.3 Regularity.

2. Nonvariational Techniques.

2.1 Monotonicity Methods.

2.2 Fixed point Methods.

Banach's Fixed point Theorem.

Schauder's, Scheffer's Fixed Point Theorems.

3. Introduction to nonlinear dispersive equations

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O Programa contempla todos os itens referidos nos objetivos de aprendizagem. Em particular, as fichas de exercícios, apontamentos teóricos e outro material fornecido aos alunos foram construídos por forma a que os alunos possam desenvolver de forma equilibrada todos os conhecimentos e capacidades necessárias ao bom cumprimento desses objetivos.

A equipa docente seguirá de perto, quer nas aulas teóricas quer nas aulas práticas, os progressos e dificuldades dos alunos.

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

The Program specifically addresses all the items mentioned in the "learning goals" section. In particular, all the exercise sheets, theoretical notes and other documents given to the students have been constructed in order to allow them to attain, in a precise way, those goals.

The professors of this course will monitor, in the practical and theoretical classes, the progresses and difficulties of the students.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conteúdos da disciplina, ilustrada com exemplos de aplicação. Durante estas aulas, 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 combinadas directamente entre aluno e professor.

A avaliação da disciplina é feita através dos trabalhos de casa propostos aos alunos e de apresentações orais.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the Theoretical-Practical classes, the different contents of this course will be exposed. Students will be asked to solve exercises and elaborate proofs of some of the different results presented.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to it or even at special sessions previously arranged between professors and students.

The evaluation is made through homeworks and oral presentations.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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 docentes nas aulas práticas e horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada ao longo do semestre por trabalhos escritos realizados em casa e apresentações orais. 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 através da resolução de problemas com apoio do docente.

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

The theoretical components needed to attain the learning goals are given in theoretical sessions, with the additional help of teachers in practical sessions and in tutorial sessions, if needed. The acquisition of facts and skills is assessed in the form of written homeworks and oral presentations.

The practical components needed to achieve the learning goals are given, in the theoretical sessions, through the exposition and discussion of the key concepts of this course and, in the practical sessions, through problem solving with the help of the teacher.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Partial Differential Equations, Lawrence C. Evans, Graduate Studies in Mathematics, Vol 19, American Mathematical Society.

Introduction to the Calculus of Variations, Bernard Dacorogna, Imperial College Press.

Direct Methods of the Calculus of Variations, Bernard Dacorogna, Springer.

One dimensional Variational Problems, Buttazzo, Giaquinta and Hildebrandt, Oxford Science Publications.

Mapa IX – Análise Numérica das EDP II / Numerical Analysis of Partial Differential Equations II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Numérica das EDP II / Numerical Analysis of Partial Differential Equations II

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

Luís Manuel Trabucho de Campos - TP:56h

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

n/a

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

Permitir ao aluno ficar com conhecimentos dos Métodos das Diferenças Finitas e dos Elementos Finitos para a Análise Numérica de Equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide the student with some knowledge of the Finite Difference and Finite Elements Methods for the Numerical Analysis of partial differential equations of the elliptic, parabolic and hyperbolic types.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Método das Diferenças Finitas para problemas parabólicos e hiperbólicos bidimensionais. Existência e unicidade de solução do problema discretizado. Métodos explícitos e implícitos. Método de Crank-Nicholson. Estabilidade. Convergência. 2. Problemas parabólicos e hiperbólicos. Discretização no tempo via Diferenças Finitas e no espaço via Elementos Finitos. Convergência. 3. Método dos Elementos Finitos para a Teoria da Elasticidade Linearizada. Matrizes e vectores do elemento para os casos de tensão plana e de deformação plana. Construção das matrizes e vectores globais a partir das matrizes e vectores do elemento de referência. 4. Método dos Elementos Finitos para domínios gerais. 5. Geradores automáticos de malhas. 6. Utilização de alguns programas comerciais.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Finite Difference Method for twodimensional parabolic and hyperbolic problems. Existence and unicity of solution for the discretize problem. Explicit and Implicit methods. Crank-Nicholson method. Stability. Convergence. 2. Parabolic and hyperbolic problems. Time discretization via finite differences and space discretization via finite element method. Convergence. 3. Finite Element Method in Linearized Elasticity. Element matrices and vectors the plane stress and plane strain cases. 4. Finite element methos for generalized domains. 5. Automatic mesh generators. 6. Use of some commercial programs.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

- 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**
We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the basic material.
- 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Aulas teórico-práticas, com exposição oral de matéria, resolução de problemas e implementação em computador dos métodos estudados.
- 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**
Theoretical-practical classes with problem solving and computer implementation of the methods studied.
- 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**
Trata-se da metodologia usualmente usada para este tipo de disciplina nas mais variadas universidades.
- 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
This is the methodology commonly used for this type of discipline in most universities.
- 6.2.1.9. Bibliografia principal:**
1 - Crouzeix, M. and A. Mignot (1984), Analyse Numérique des Equations Differentielles (Masson, Paris).
2 - Euvrard, D. (1990), Résolution Numérique des Équations aux Dérivées Partielles (2e edition), (Masson, Paris).
3 - Hughes, T.J.R.(1987), The Finite Element Method: Linear, Static and Dynamic Finite Element Analysis (Prentice - Hall, Englewood Cliffs).
4 - Johnson, C. (1992), Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method (Cambridge University Press, Cambridge).
5 - Oden, J.T., and G.F. Carey (1981 - 1984), Finite Elements I: An Introduction (with E.B. Becker); II: A Second Course; III: Computational Aspects; IV: Mathematical Aspects; V: Special Problems in Solid Mechanics; VI: Special Problems in Fluid Mechanics (Prentice Hall, Englewood Cliffs)

Mapa IX - Dinâmica Populacional II / Population Dynamics II

- 6.2.1.1. Unidade curricular:**
Dinâmica Populacional II / Population Dynamics II
- 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**
Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub - TP:56h
- 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**
n/a
- 6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**
Dominar os modelos matemáticos usados em dinâmica populacional baseados em teoria de jogos e em processos de Markov. O aluno já é suposto dominar o material de Dinâmica Populacional I, onde são apresentados os modelos elementares.

Uma possível continuação desta disciplina é o estudo dos modelos difusivos.
- 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**
To obtain deep understanding of models in population dynamics based on evolutionary game theory and Markov process. Students are supposed to have working knowledge of the basic models studied in Population Dynamics I.

At the end of the discipline, students must be prepared to study the advanced topic of diffusive approximations.
- 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**
1ª parte: A teoria de Jogos. Jogos estáticos e equilíbrio de Nash em jogos na forma normal. Racionalidade. Jogos de 2 jogadores. Jogos dinâmicos e estratégias evolutivamente estáveis. A dinâmica do replicador. Jogos com conjunto contínuo e compacto de estratégias.

2ª parte: Processos discretos. Matrizes estocásticas e o teorema de Perron-Frobenius. O processo de Moran. Estados finais e estados transientes. O coalescente. Processos evolutivos em grafos. O processo de Wright-Fisher.

6.2.1.5. Syllabus:

Part 1: Games theory. Static games and Nash equilibrium in games in normal form. Rationality. 2 players's games. Dynamic games and evolutionarily stable strategies. The replicator dynamics. Games with continuous and compact set of strategies.

Part 2: Discrete Processes. Stochastic matrices and theorem of Perron-Frobenius. The Moran process. Final states and transient states. The coalescent. Evolutionary processes in graphs. The Wright-Fisher process.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Após o estudo dos modelos clássicos em Dinâmica Populacional, os alunos serão apresentados, nesta disciplina nos modelos usados correntemente em investigação em matemática aplicada e em biologia teórica, nomeadamente, a teoria evolutiva de jogos e os processos de Markov.

Para atingir o estado da arte no assunto, falta apenas o estudo dos processos difusivos.

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

After the study of the classical models in Population Dynamics, students will be introduced, in this discipline, to the models currently used in applied mathematics and theoretical biology, namely, evolutionary game theory and Markov processes.

To the state-of-the-art, the only missing topic will be diffusive approximations

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas expositórias e exercícios a ser resolvidos em casa em momentos apropriados do programa. Um seminário final para demonstrar conhecimento transversal da disciplinar.

Exercícios a ser resolvidos em casa (70%); seminário ao fim do semestre (30%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expository classes and homework in regular intervals. Final seminar presenting transversal topics.

Homework (70%); seminar (30%).

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas apresentaram a teoria junto com exemplos chave. Exemplos etalhados serão vistos no estudo individual dos alunos através da resolução de exercícios.

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

Classes will present the theory along to key examples. More specific examples will be studied in the homework.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

CHALUB, F. - Dinâmica Populacional: uma abordagem matemática (notas de curso); em preparação.

Material adicional

HOFBAUER, J., SIGMUND, K. - Evolutionary Games and Population Dynamics, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1998.

NOWAK, M. A. - Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, 2006.

Mapa IX - Representação Estocástica de Soluções de Equações Com Derivadas Parciais

6.2.1.1. Unidade curricular:

Representação Estocástica de Soluções de Equações Com Derivadas Parciais

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

Maria Fernanda de Almeida Cipriano Salvador Marques - TP:56h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes :

- possuam conhecimento da relação entre a teoria das equações com derivadas parciais lineares de 2ª ordem e os processos de Markov com trajetórias contínuas.

- sejam capazes de utilizar métodos probabilísticos diretos, essencialmente soluções de equações diferenciais estocásticas e cálculo de Itô para obter propriedades analíticas de soluções de equações com derivadas parciais lineares de 2ª ordem, em domínios limitados e em alguns domínios não limitados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students are expected to:

- Have knowledge of the relationship between the theory of linear partial differential equations of 2nd order and Markov processes with continuous trajectories.

- are able to use probabilistic direct methods essentially solutions of stochastic differential equations and Itô calculus to obtain analytical properties of solutions of linear partial differential equations of 2nd order, in bounded and some unbounded domains.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Tópicos da teoria das difusões: propriedade de Markov forte; processos de difusão com reflexão.

Representação de soluções de EDPs de 2ª ordem (caso não degenerado): fórmulas de Feynman-Kac para o problema de Cauchy; representação probabilística para o problema de Dirichlet; representação probabilística para o problema com reflexão.

Problemas de valores fronteiros (caso degenerado): tempos de saída do processo do domínio. Classificação dos pontos fronteiros; existência e unicidade de soluções generalizadas para o problema de Dirichlet; regularidade das soluções generalizadas; soluções generalizadas para problemas com reflexão.

Perturbações singulares: métodos dos grandes desvios.

6.2.1.5. Syllabus:

Topics in the theory of diffusions: strong Markov property; diffusion processes with reflection.

Representation of solutions of partial differential equations of 2nd order (non - degenerate case): Feynman-Kac formulas for the Cauchy problem; probabilistic representation for the Dirichlet problem; probabilistic representation for the problem with reflection.

Boundary value problems (degenerate case): exit time of process from domains, classification of boundary points; existence and uniqueness of generalized solutions to the Dirichlet problem; regularity of generalized solutions; generalized solutions to problems with reflection.

Singular perturbations: large deviations methods.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Para que todos os objectivos 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 objectivos.

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

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.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na leção de aulas teórico-práticas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos 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.

Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objectivos.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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.

Thus, the students are able to achieve all objectives

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Richard F. Bass, Diffusions and Elliptic Operators, Springer

Bernt Oksendal, Stochastic Differential Equations, Springer

Avner Friedman, Stochastic Differential Equations and Applications, Academic Press

Mark Freidlin, Functional Integration and Partial Differential Equations, Princeton University Press

J. L.Doob, Classical Potential Theory and its Probabilistic Counterparts, Springer

Mapa IX - Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II

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

Jorge Manuel Seixas Boavida Ferreira - T: 28h; PL:70h; OT: 3h

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

Maria Teresa Varanda Cidade - PL:14h; OT:3h

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

A Mecânica de Materiais II, tem por objectivo o estudo do comportamento mecânico de algumas importantes classes de materiais que não foram consideradas na primeira unidade, de Mecânica de Materiais I, fundamentalmente fluidos e materiais poliméricos. O estudo dos fluidos é iniciado na unidade de Física I, mas a um nível muito elementar, procura-se aqui dar ao aluno uma perspectiva mais abrangente do seu comportamento mecânico. Quanto aos materiais poliméricos, desenvolvem-se os conhecimentos já adquiridos em unidades anteriores, para estudar dois fenómenos de enorme importância prática, muito importantes nas aplicações destes materiais, que são a elasticidade e a viscoelasticidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Mechanics of Materials II objective is the study of the mechanical behavior of some important classes of materials not considered in the first unit, Mechanics of Materials I – these are essentially the fluids and the polymeric materials. The study of fluids is initiated in the unit of Physics I, at a very elementary level, and here we aim at giving the student a wider view about their mechanical behaviour. As to the polymers, the knowledge already acquired in previous units is applied and developed, in the study of two phenomena of the utmost practical importance, as is the case with elasticity and viscoelasticity.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Taxa de deformação. Vorticidade. Princípios gerais: conservação da massa, do momento linear, do momento angular e da energia, segunda lei da Termodinâmica. Equações constitutivas. Elasticidade linear e não linear. Viscoelasticidade: modelos viscoelásticos, curvas mestras, princípio de sobreposição tempo-temperatura, equação WLF. Geometria das deformações e das rotações induzidas. Teoria neo-clássica da elasticidade da borracha. Derivada material. Mecânica de estruturas bidimensionais: filmes e membranas.

6.2.1.5. Syllabus:

Deformation rate. Vorticity. General principles: conservation of mass, linear momentum, angular momentum and energy, second law of Thermodynamics. Constitutive equations. Linear and nonlinear elasticity. Viscoelasticity: viscoelastic models, master curves, time-temperature superposition principle, WLF equation. Geometry of deformations and induced rotations. Neo-classical theory of rubber elasticity. Material derivative. Mechanics of bidimensional structures: films and membranes.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Esta é, no Mestrado, a segunda unidade curricular dedicada ao estudo da Mecânica de Materiais, principalmente dos materiais poliméricos, que exibem um comportamento mecânico muito diferente dos exibidos pelos materiais tradicionais,

não poliméricos. A crescente importância dos polímeros em quase todos os ramos da Indústria é bem conhecido, e dificilmente pode ser subestimada. Hoje em dia, nenhum Mestre ou Engenheiro de Materiais pode prescindir do conhecimento das propriedades mecânicas gerais dos polímeros, algumas das quais, como a alta elasticidade, não linear, e a viscoelasticidade, não estão presentes em nenhuma outra classe de materiais, nem são estudadas em qualquer outra unidade do Curso. São essas propriedades notáveis e exclusivas dos polímeros que aqui se estudam, nesta unidade, a par de algumas leis gerais, de Física Geral, aplicadas a materiais concretos.

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

This is the second curricular unit in this study programme, devoted to the study of Mechanics of Materials, mainly of polymeric materials, that display a mechanical behaviour much different from the one displayed by traditional, non polymeric materials. The growing, overwhelming importance of polymers in almost all branches of Industry is well known today, and can hardly be underestimated. Nowadays, no Master or Engineer in Materials can ignore the general mechanical properties of polymers, some of them are not displayed by any other class of materials, as is the case with the high, non linear, elasticity and the viscoelasticity, which are not studied elsewhere in the programme. These remarkable and exclusive properties of polymers are studied here, along with some general laws of Physics, applied to individual materials.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas práticas de problemas e aulas práticas de laboratório. Nas teóricas, é exposta a matéria do programa, com enfoque na compreensão dos diferentes tópicos abordados. As aulas de problemas destinam-se à prática de técnicas matemáticas utilizadas em Mecânica de Materiais, e servem de auxílio à compreensão dos fenómenos físicos envolvidos no escoamento de fluidos, sobretudo não newtonianos, na elasticidade de materiais elastómeros e na viscoelasticidade de polímeros. No Laboratório, prevê-se a realização de experiências mecânicas simples com elastómeros, materiais viscoelásticos e filmes e membranas. Na avaliação, exige-se uma participação positiva nos Laboratórios, necessária para a obtenção de frequência na unidade, bem como um resultado positivo no exame final. Em alternativa a este exame, realizam-se dois ou três testes escritos, ao longo do semestre. A parte prática dá um contributo de 25%, e a parte teórica de 75%, para a nota final na unidade.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes, practical classes, problem-solving sessions and laboratory sessions. In the theoretical classes, the program of the unit is presented, focusing the understanding of the topics treated. In the practical classes, problems are solved, envisaging the practice with mathematical techniques, and also the understanding of physical laws and phenomena related to the flow of fluids, non linear elasticity exhibited by elastomers and viscoelasticity of polymers. In the Lab., simple experiences are carried, with elastomers, viscoelastic materials, films and membranes. The evaluation has two parts, a practical one based on the work done by the student in the Lab., and a theoretical one based on the program presented in the other two types of classes. The latter is materialized in a final exam or, as an alternative, two or three tests. The final mark is the weighted average of these two parts, their weights being 25% and 75%, respectively.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

O ensino da unidade visa essencialmente a compreensão das bases teóricas do comportamento mecânico dos materiais que não satisfazem as propriedades típicas e usuais dos materiais tradicionais, entre os quais avultam os polímeros. Os problemas postos nas aulas práticas, juntamente com as frequentes perguntas e desafios lançados pelo professor nestas aulas, servem para consolidar esse objectivo. Fomenta-se, nestas últimas aulas, o desenvolvimento de um espírito crítico por parte dos alunos, e a discussão dos principais tópicos e ideias do programa da unidade. Pretende-se que os alunos acompanhem a exposição da matéria, e leiam textos onde essa matéria venha desenvolvida e exemplificada, para além dos que constam na bibliografia principal aconselhada. Nas aulas de Laboratório, apresentam-se experiências simples com ensaios mecânicos em polímeros, nomeadamente os elastómeros.

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

The teaching in this unit aims essentially at the understanding by the student of the theoretical bases of the mechanical behaviour of some materials, which do not display the usual properties of the traditional materials, and the polymers are the most important of them. The problems presented in the practical classes, along with the frequent questions and challenges posed by the professor, contribute to achieve this goal. In these classes, it is promoted the development of a critical mind by the students, and the discussion of the main ideas and laws present in the program of the unit. It is encouraged a continual study of the topics in the program, and the consultation of texts and books where these topics are treated, aside from those listed in the bibliography. In the Laboratory, simple experiences are carried, with mechanical tests on polymers, namely elastomers.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

I.M.Ward, J.Sweeney, "An introduction to the Mechanical Properties of Solid Materials", John Wiley and Sons Ltd, 2004.

N.Phan-Thien, "Understanding Viscoelasticity", Springer-Verlag, Berlin, 2002

J.B.Ferreira, "Mecânica dos Materiais II", FCT/UNL, 2011

R. C. Arridge, "Mechanics of Polymers", Clarendon Press, Oxford, 1975

Mapa IX - Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves

6.2.1.1. Unidade curricular:

Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves

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

António Carlos Simões Paiva - T: 28h; PL: 56h

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

n/a

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

Nesta disciplina uma descrição matemática mais sofisticada é aplicada aos seguintes conceitos físicos seguintes

*Movimento Harmónico Simples
Osciladores Forçados
Modos Normais
Sobreposição
Propagação de Ondas
Interferências,*

e fornecerá bagagem para resolver as equações diferenciais que aparecem com os modelos matemáticos das vibrações e das ondas, além da capacidade de aplicar as ferramentas do Cálculo aos fenómenos físicos do dia-a-dia aqui estudados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course will take the following physics concepts to a new level of mathematical description:

*Simple Harmonic Motion
Driven Oscillators
Normal Modes
Superposition
Propagating Waves
Interferences*

and will provide expertise for solving differential equations which arise in simple mathematical models for oscillations and waves and a proficiency with fundamental calculus applied to everyday phenomena

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. O oscilador harmónico simples*
- 2. O oscilador harmónico amortecido*
- 3. O oscilador harmónico forçado*
- 4. Osciladores acoplados*
- 5. Ondas progressivas*
- 6. Ondas estacionárias*
- 7. Interferência e difracção*
- 8. Dispersão*

6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Simple Harmonic Oscillator*
- 2. The Damped Harmonic Oscillator*
- 3. The Driven Harmonic Oscillator*
- 4. Coupled Oscillators*

5. Travelling Waves

6. Standing Waves

7. Interference and Diffraction

8. The Dispersion of Waves

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O Capítulo 1- "O oscilador harmónico simples"- permite apresentar ao aluno como algumas noções elementares previamente adquiridas se vão integrar numa estrutura mais vasta.

Assim, nos capítulos seguintes, os modelos matemáticos vão progressivamente ganhando complexidade de modo a tentarem explicar os fenómenos reais.

Esta unidade curricular culmina com o estudo de fenómenos de interferência e dispersão de ondas e prepara o aluno para reconhecer e aplicar os modelos físicos e matemáticos a fenómenos do dia-a-dia e levando estes conhecimentos para as UC de Mecânica Quântica e Física Atómica que terá mais à frente na licenciatura

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

The Chapter 1 on Harmonic Motion takes some elementary notions students have from 1st year to an extended view of their importance.

The following chapters bring mathematical sophistication applied to everyday phenomena.

Interference and dispersion of waves are the last part of a backbone on application of mathematical and physical models to real problems. Mastering this subject will be very useful to the student in all the science courses he will take, namely Quantum Mechanics and Atomic Physics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com apresentação e discussão dos tópicos incluídos no programa da U.C. Uma vez por semana, os alunos respondem a algumas questões de escolha múltipla sobre matéria que prepararam em casa.

Aulas práticas com discussão de problemas sobre a matéria lecionada nas aulas teóricas.

Componentes da avaliação

A avaliação consiste em dois mini-testes (durante o horário de aulas) e nas questões postas uma vez por semana numa aula teórica

Alternativamente, um exame final

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures with computer-assisted presentations. Once a week reading quizzes based on defined pre-class preparation.

Problem-solving sessions on the subject matter of the lectures.

Evaluation components

Midterms 40% each, reading quizzes 20% or final exam 100%

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A descrição matemática de ondas faz uso de funções variáveis no tempo e dependentes de uma ou mais dimensões espaciais. o comportamento dessas funções e as soluções que as satisfazem são mais complexas que as funções anteriormente aprendidas. As aulas teóricas tentam motivar os alunos para as novidades apresentadas pelo estudo da física das ondas e a aplicação concreta de ferramentas matemáticas já estudadas.

Nas aulas práticas, os alunos aplicam o formalismo entretanto adquirido para resolver problemas como uma parte fulcral na aprendizagem da disciplina. E o domínio de aplicações na física é muito vasto.

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

The mathematical description of waves requires the knowledge of time-varying functions defined over one or more dimensions of space. The behaviour of such functions and the wave equations they satisfy are more complicated than the functions students had previously dealt with. Lectures will try to engage students in the novelty of wave physics and stress the usefulness of the mathematics they already know.

In practical classes, students use the formalism developed in this course to solve problems as a essential tool in the

learning process. The wealth of applications in physics is very broad.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Disponibilização das apresentações das aulas teóricas em suporte "pdf".

G. C. King, Vibrations and Waves, Wiley, 2009.

J. P. Silva, Vibrações e Ondas, IST Press, 2012.

P. French, Vibrations and Waves, Norton, 1971.

Mapa IX - Matemática Financeira I / Financial Mathematics I

6.2.1.1. Unidade curricular:

Matemática Financeira I / Financial Mathematics I

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contato)

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

Pedro José dos Santos Palhinhas Mota - TP:56h

6.2.1.4. Objectivos 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 conhecer os modelos discretos e contínuos para mercados financeiros e através do cálculo estocástico conseguir fazer apreçamento de produtos derivados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to understand the discrete and continuous time models used in financial markets and through stochastic calculus be able to price derivative products.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- . Princípios de cálculo financeiro*
- . Modelos Discretos para Mercados Financeiros*
- . Resultados e aplicações do Cálculo Estocástico para as Finanças*
- . Modelos em Contínuo para Mercados Financeiros*
- . Apreçamento de Produtos Derivados*

6.2.1.5. Syllabus:

- . Principles of financial calculus*
- . Discrete Time Models for Financial Markets*
- . Stochastic Calculus in Finance*
- . Continuous Time Models for Financial Markets*
- . Pricing Derivative Products*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

No primeiro capítulo, começamos por rever alguns princípios do cálculo financeiro e no segundo capítulo estudamos os modelos discretos em finança, com especial ênfase no modelo binomial. No capítulo 3 introduzimos o integral estocástico e as equações diferenciais estocásticas para que no capítulo 4 se possa estudar alguns modelos em tempo contínuo e finalmente no capítulo 5 se introduza o apreçamento de produtos derivados, onde se inclui o apreçamento de opções e o estudo da fórmula de Black-Scholes.

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

In the first chapter, we begin by reviewing some basics of financial calculus and in the second chapter we study discrete models in finance, with particular emphasis on the Binomial model. In Chapter 3 we introduce the stochastic integral and stochastic differential equations in order to study some continuous time models in chapter 4 and finally in Chapter 5 we study the pricing of derivative products, including option pricing and the Black-Scholes formula

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados. De seguida são apresentados problemas e pretende-se que os alunos participem ativamente na sua resolução. A avaliação consiste na realização de trabalhos com relatório ou testes escritos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture-lab classes, where together with the explanation of the main concepts and results illustrative examples are given. Next some problems are proposed to the students to be solved and the students are supposed to take part in their resolution. The evaluation consists on the realization of practical problems or written tests

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A componente prática desta unidade curricular justifica que as aulas sejam teórico-práticas o que permite uma maior proximidade temporal entre a exposição dos resultados e conceitos e a sua aplicação, quer na resolução escrita de problemas quer através da implementação de métodos e técnicas adequados às suas resoluções

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

The practical component of this course justifies the lecture-lab classes which will allow for a higher closeness in time between the exposition of the concepts and results and their application whether in the written resolution of the problems or in the implementation of the related methods and techniques.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1 - A. Mateus, *Cálculo Financeiro*, Edições Sílabo, 1990.
- 2 - D. Lambertson, B. Lapeyre, *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*, Chapman & Hall, 1996.
- 3 - J. Cvitanic, F. Zapatero, *Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets*, MIT Press 2004.
- 4 - J. Hull, *Options Futures and Other Derivatives*, Prentice Hall 2005.
- 5 - N. H. Bingham, R. Kiesel, *Risk-Neutral Valuation – Pricing and Hedging of Financial Derivatives*, Springer 2004.
- 6 - S. Benninga, *Financial Modeling*, MIT Press 2008.
- 7 - T. Bjork, *Arbitrage Theory in Continuous Time*, Oxford University text 2009.

Mapa IX - Otimização Estocástica e Aplicações / Stochastic Optimization and Applications

6.2.1.1. Unidade curricular:

Otimização Estocástica e Aplicações / Stochastic Optimization and Applications

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - TP:56h

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

n/a

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

O objectivo desta disciplina é apresentar alguns dos problemas encontrados em controlo óptimo estocástico e em paragem óptima, nas aplicações da Matemática Financeira.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this course is to present some of the problems encountered in stochastic optimal control and optimal stopping, on Financial Mathematics applications.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Paragem óptima de processos de Markov*
2. *Paragem óptima via martingalas*
3. *Controlo Estocástico em Tempo Discreto: o princípio de Bellman*
4. *Controlo Estocástico em Tempo Contínuo: a equação de Hamilton-Jacobi-Bellman*
5. *Soluções de Viscosidade da Equação de Hamilton-Jacobi-Bellman*
6. *Aplicações*

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Optimal stopping of Markov processes*
2. *Optimal stopping via martingale*
3. *Stochastic Control in Discrete Time: the principle of Bellman*
4. *Stochastic Control in Continuous Time: the equation of Hamilton-Jacobi-Bellman*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A apresentação dos conteúdos segue as linhas das referência clássica indicadas na bibliografia, nomeadamente 1. e 5.

À semelhança do que acontece noutras unidades curriculares com as mesmas metodologias de ensino, a avaliação contínua encorajará os alunos a estudarem regularmente permitindo taxas de aprovação próximas dos 100% a todos os alunos que se dediquem ao estudo de forma regular.

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

The presentation of the subject follows the classic references in the section "Bibliografia" (references), namely 1. and 5.

Continuous assessment encourages the students to work regularly allowing pass rates close to 100% with respect to those who fully participate in the study pproposed activities.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia clássica em Matemática no ensino superior. Os conteúdo são apresentados e discutidos, procurando-se dar relevo às ideias, e técnicas, mais relevantes. Há materiais de estudo: livro de texto, notas de aula com exercícios alguns resolvidos e lista de questões teóricas que indicam claramente o que o aluno deve acabar por saber.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classical methodology used in Mathematics at the university level. The contents are presented and discussed trying to stress the most important ideas and practical procedures. There are study materials: text book, classroom notes with problems, some with solutions and a list of questions indicating exactly what the student has to know.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

À semelhança do que acontece com outras unidades curriculares do grau, as metodologias são coerentes dado que os alunos que participam integralmente nas actividades propostas obtêm a aprovação podendo-se comprovar que adquiriram os conhecimentos e as competências previstas.

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

The methodologies are coherent as all the students that fully participate in the proposed activities get a pass mark. Moreover, the written exams clearly show that these students acquired the knowledge and know how they where supposed to.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Nizar Touzi, Deterministic and Stochastic Control, Application to Finance. École Polytechnique Paris, 2010.

Pham, H.: Optimisation et contrôle stochastique appliqués à la finance, Springer 2006.

Fleming, W., Soner, H.: Controlled Markov Processes and Viscosity Solutions, Springer 2005

Y. S. Chow, H. Robbins and D. Siegmund, Great expectations: the theory of optimal stopping, Houghton Mifflin, Boston, Mass., 1971

A. N. Shiryaev, Statistical sequential analysis. Optimal stopping rules, Springer, New York, 1978.

A. N. Shiryaev, G. Peskir, Optimal stopping and free-boundary problems. Lectures in Mathematics ETH Zurich. Birkhauser Verlag Basel 2006

Mapa IX - Macroeconomia e Globalização / Macroeconomics and Globalization

6.2.1.1. Unidade curricular:

Macroeconomia e Globalização / Macroeconomics and Globalization

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

Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes - TP:42h

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

n/a

6.2.1.4. Objectivos 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 permitem:

- Compreender o comportamento dos agregados macroeconómicos, o papel e decisões dos agentes económicos e os efeitos da política económica –monetária, orçamental e cambial-, em função do contexto e tanto no curto-médio como no longo prazo, incluindo questões como a competitividade e razões, caracterização e resolução de crises internacionais;

- Ser capaz de seleccionar informação macroeconómica, ler relatórios/artigos económicos, fazer análise económica com modelos, gráficos e argumentos baseados na racionalidade dos agentes;

- Conhecer os agregados macroeconómicos e sua medição, os modelos que organizam e analisam criticamente a informação e comportamento dos agregados, os instrumentos e regras de política monetária, orçamental e cambial e suas consequências, os ciclos económicos e factores de crescimento de longo prazo.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences:

- Understanding the behavior of macroeconomic aggregates, role and decisions of economic agents and effects of economic policy -monetary, fiscal and exchange- depending on the context and both in the short-medium and long term, including issues such as competitiveness and reasons, characterization and resolution of international crises;
- Being able to select relevant macroeconomic information, critically read economic reports/articles and make critical analysis applying models, graphical analysis and arguments based on the rationality of agents;
- Know the macroeconomic aggregates and their measurement, models that organize and critically analyze information and behavior of aggregates based on economic agents rationale, the instruments and rules of monetary, fiscal and exchange rate policies and their consequences, economic cycles and drivers of long-term growth.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Contabilidade Nacional, dados e conceitos

II. Crescimento económico, a oferta agregada e o mercado de trabalho e o desemprego

III. Consumo, Poupança e Investimento

IV. Moeda, Preços e Política monetária

V. Política orçamental

VI. Ciclos económicos e estabilização

VII. Sistema financeiro, activos e dívida

VIII. Economia aberta, balança de pagamentos e taxa de câmbio

IX. Comércio externo e movimentos de capitais

X. Globalização

6.2.1.5. Syllabus:

I. National Accounts, data and concepts

II. Economic growth, aggregate supply and the labor market and unemployment

III. Consumption, Savings and Investment

IV. Money, Prices and Monetary Policy

V. Fiscal policy

VI. Business cycles and stabilization

VII. Financial system, assets and debt

VIII. Open economy, balance of payments and exchange rate

IX. Foreign trade and capital movements

X. Globalization

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os temas abordados, em ligação com a realidade actual e os relatórios económicos, permitem a percepção dos agregados macro e seu comportamento, assim como da condução e consequências das políticas económicas. Assim é, pois estes temas tratam desde a identificação e medição de grandezas macroeconómicas, à discussão -promovida em aula de modo a ampliar a participação- do crescimento de longo prazo, das políticas e ciclos económicos, incluindo particularmente assuntos de economia aberta

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

The topics treated, in connection with current real world economies and economic reports, allow the perception of macroeconomic aggregates and their behavior, as well as the conduct and consequences of economic policies. This is so because these topics range from the identification and measurement of the aggregates, to the discussion -promoted in

class, to increase participation- of long-term growth, economic policies and business cycles, including in particular open economy issues.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas.

A avaliação é, alternativamente:

- contínua, com três mini-testes sem consulta e com peso de 1/3 cada. As matérias incluídas em cada mini-teste são exclusivas desse, sem prejuízo de serem requeridos conceitos transversais (fornecidos ao longo de todo o semestre); a aprovação implica uma média mínima de 9.5 valores. As datas de realização dos mini-testes são aproximadamente equidistantes face ao calendário lectivo;

- Exame final sem consulta e sobre toda a matéria, cuja classificação pesa 100% da nota final; a nota mínima para aprovação é 9.5 valores.

Atenção: a Prova de Melhoria de nota consiste na realização do Exame de Melhoria, sobre toda a matéria, cuja nota contará 100%.

Em termos facultativos, há a possibilidade de, individualmente, adicionar 1 valor à nota final, em caso de aprovação, mediante: i) entrega de 2 artigos-comentários de uma página; ii) 2 exercícios de simulação de política macroeconómica realizados com sucesso.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theory-practice lectures.

Evaluation methods are, alternatively:

- Continuous, with three midterms without consultation and weighing 1/3 each. The subjects included in each midterm are specific to that one, although they may require concepts provided throughout the semester; approval requires a minimum average of 9.5. The dates of the midterms are approximately equally spaced over the academic calendar;

- Final exam without consultation and about the whole material, whose classification weighs 100% of the final grade, with the minimum passing grade of 9.5.

Attention: for “Melhoria”/improving the final grade, it is required the respective Exam, about the whole material, which score weights 100% of the grade.

Finally, there is the possibility to individually add one point to the final grade, once approval is obtained, by: i) delivery of 2 comments-articles of one page length; ii) 2 simulation exercises on macroeconomic policy conducted successfully.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A natureza teórico-prática das aulas permite: i) o estímulo da leitura e análise críticas de dados/relatórios reais e actuais; ii) o recurso à simulação de modelos macroeconómicos; iii) a resolução de exercícios práticos; iv) a exposição da racionalidade dos agentes económicos e das políticas económicas. Deste modo, as aulas contribuem para sedimentar a aprendizagem. Incute-se, pois, uma atitude atenta e capaz de uma análise crítica informada -na teoria e factos estudados- da realidade económica, sobretudo a actual.

A avaliação contém exercícios práticos e alusão a situações reais, fundamentado-se na racionalidade económica e nas decisões de política económica e suas consequências.

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

The theory-practice nature of lectures allows: i) the stimulation of critical reading and analysis of data / reports; ii) the use of simulation of macroeconomic models; iii) the resolution of practical exercises; iv) the exposure of the rationality of economic agents and economic policies. Thereby, lectures foster the achievement of learning. Indeed, the aim is to build an attentive attitude capable of critical and informed analysis –based on theory and facts studied- of real world economic situations, especially current.

The evaluation includes practical exercises and reference to real world economic situations, based on the economic rationality and the economic policy decisions and their consequences.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia relevante para cada tópico será indicada nos slides.

Recomendada

Miles, D., Scott, A. and Breedon, F., 2012, *Macroeconomics: Understanding the Global Economy*, Wiley

Dornbusch, R., Fischer, S. and Startz, R., 2007, *Macroeconomics*, McGraw-Hill (há na Biblioteca)

Adicional

Burda, M. and Wyplosz, C., 2009, *Macroeconomics: A European text*, Oxford University Press

Mankiw, G., 2010, *Macroeconomics*, Worth Publishers

Krugman, P., Obstfeld, M. and Melitz, M., 2012, *International Economics: Theory and Policy*, Prentice Hall

Mapa IX - Microeconomia / Microeconomics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Microeconomia / Microeconomics

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

Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes - TP:42h

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

n/a

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

A unidade curricular tem como objectivo familiarizar os alunos com os principais problemas estudados pela Microeconomia. Pretende-se que os alunos compreendam os fundamentos dos comportamentos dos agentes económicos, particularmente consumidores e empresas, o funcionamento dos mercados –considerando diferentes estruturas de mercado, entre os casos extremos de monopólio e concorrência perfeita– e os motivos e efeitos da intervenção do Estado. No final do curso espera-se que os alunos dominem os conceitos básicos de microeconomia –decisões de consumo, empresariais, estruturas de mercado e consequências sobre o bem-estar– e possam analisar novas situações de uma maneira formal, com base em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o seu raciocínio lógico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course aims to familiarize students with the major issues studied by the Microeconomic Theory. It is intended that students understand the fundamentals of the behavior of economic agents, particularly consumers and firms, and the functioning of markets -considering different market structures, between the extreme cases of monopoly and perfect competition. At the end of the course it is expected that students master the basics of microeconomics –consumption decisions, firm behavior, market structures, reasons and effects of state intervention, welfare– and are able to analyze new situations in a formal way, based on simplified models of reality, developing their logical reasoning.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Apresentação e motivação.

2. Modelização do funcionamento de mercados: Determinantes da procura e da oferta de um bem. Elasticidades. Excedentes. Equilíbrio de Mercado. A intervenção do Estado nos mercados: Impostos, subsídios, controlo de preços.

3. Da teoria do consumidor à função procura: restrição orçamental, preferências, utilidade e a escolha ótima.

4. Da teoria do produtor à função oferta: função produção e curvas de custos de curto e longo prazo.

5. O modelo de Concorrência Perfeita. Equilíbrio de curto e longo prazo. Equilíbrio de mercado e eficiência.

6. Teoria do Monopólio. Efeitos sobre o bem-estar. Monopólio e discriminação de preços.

7. As principais falhas de mercado. Bens públicos. Externalidades.

8. Teoria dos jogos e oligopólio: jogos simultâneos e sequenciais. Modelos de concorrência em quantidades.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Presentation and motivation.

2. Modeling the functioning of markets: Determinants of demand and supply of a good. Elasticities. Welfare. Market Equilibrium. State intervention in markets: Taxes, subsidies, price controls.

3. From the consumer theory to the demand function: budget constraint, preferences, utility and optimal choice.

4. From the theory of firm to the supply function: production function and cost curves for short and long term.

5. *The model of Perfect Competition. Balancing short and long term. Market equilibrium and efficiency.*
6. *Monopoly theory. Effects on welfare. Monopoly and price discrimination.*
7. *Main market failures. Public goods. Externalities.*
8. *Game theory and oligopoly: simultaneous and sequential games. Models of competition in quantities.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa aponta os princípios de decisão dos consumidores e das empresas e uma sucessão de modelos de funcionamento dos mercados. Em cada contexto são determinados os valores de equilíbrio das diferentes variáveis (nomeadamente, preços e quantidades e eventualmente receitas fiscais) e analisadas as consequências em termos de performance do mercado. 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), recorram ao pensamento estratégico (aplicando Teoria dos Jogos) e se habituem a resolver novos problemas. A compreensão da resolução de tais modelos e a interpretação dos resultados deverá facilitar o domínio dos conceitos subjacentes.

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

The program identifies the principles of decision of consumers and firms and a stream of models of markets' functioning. In each context, equilibrium values of the different variables (namely, price and quantity and eventually tax income) are determined and the consequences in terms of market performance are analyzed. It is intended that, while finding the equilibrium in the proposed models, students exercise the logical reasoning (noting how the results depend on the specific assumptions of each model), resort to strategic thinking (applying game theory) and get used to solve new problems. The understanding of the resolution of such models and the interpretation of results should facilitate the mastery of the underlying concepts.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos e, em seguida, são resolvidos exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados.

A avaliação é, alternativamente:

- Contínua, com três mini-testes sem consulta e peso de 1/3 cada. As matérias incluídas em cada mini-teste são exclusivas desse, sem prejuízo de serem requeridos conceitos transversais (fornecidos ao longo de todo o semestre); a aprovação implica média mínima de 9.5 valores. As datas de realização dos mini-testes são aproximadamente equidistantes face ao calendário lectivo;

- Exame final sem consulta e sobre toda a matéria, cuja classificação pesa 100% da nota final; a nota mínima para aprovação é 9.5 valores.

Atenção: a Prova de Melhoria de nota consiste na realização do Exame de Melhoria, sobre toda a matéria, cuja nota contará 100%.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theory-practice lectures. The theoretical material is exposed, encouraging the participation of students and followed by solving exercises that reinforce the understanding of the topics.

Evaluation methods are, alternatively:

- Continuous, with three midterms without consultation and weighing 1/3 each. The subjects included in each midterm are specific to that one, although they may require concepts provided throughout the semester; approval requires a minimum average of 9.5. The dates of the midterms are approximately equally spaced over the academic calendar;

- Final exam without consultation and about the whole material, whose classification weighs 100% of the final grade, with the minimum passing grade of 9.5.

Attention: for "Melhoria"/improving the final grade, it is required the respective Exam, about the whole material, which score weights 100% of the grade.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A natureza teórico-prática das aulas e o estímulo à análise crítica de situações/problemas concretos com recurso aos modelos microeconómicos, com particular atenção aos resultados observados e sua interpretação, permitem sedimentar a aprendizagem dos mecanismos de funcionamento dos mercados, intervenção do Estado e comportamento dos agentes económicos.

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

The theoretical-practical nature of the lectures and the stimulus for a critical analysis of specific situations/concrete problems by resorting to microeconomic models, with particular attention to outcomes and their interpretation, allows to

enhance the learning of markets, state intervention and behavior of economic agents.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Mata, José, 2000, Economia da Empresa, F. Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Samuelson, Paul e W. Nordhaus, 2005, Microeconomia, 18ª Edição, McGraw-Hill.

Frank, Robert, 2003, Microeconomics and Behavior, 5ª Edição, McGraw-Hill.

Varian, H., 2009, Intermediate Microeconomics, W. W. Norton & Company

Henriques, D. e Teresa Vasconcelos e Sousa, 2011, Introdução à Microeconomia - Livro de Exercícios, Escolar Editora.

Mapa IX - Matemática Financeira II / Financial Mathematics II

6.2.1.1. Unidade curricular:

Matemática Financeira II / Financial Mathematics II

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - TP:56h

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

n/a

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

Pretende-se que os alunos obtenham os fundamentos dos modelos matemáticos para os mercados financeiros e para uma variedade alargada de produtos financeiros derivados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students must learn the foundations of the mathematical models of financial markets and of a enlarged set of derivative financial products.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Análise de sensibilidade

2. Apreçamento de produtos derivados quando há diversos activos subjacentes

3. Mercados incompletos

4. Dividendos, câmbios e opções exóticas

5. Modelos estocásticos de obrigações e taxas de juro

6. Estrutura temporal das taxas de juro

6.2.1.5. Syllabus:

1- Sensitivity analysis

2- Pricing of derivative products in the case of a financial market with several stocks

3- Incomplete markets

4- Dividends, exchange rates and exotic options

5- Stochastic models for bonds and other fixed income instruments

6- Models for the term structure of interest rates

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

A apresentação dos conteúdos segue as linhas da referência clássica Thomas Bjork. Arbitrage Theory in Continuous Time. Third edition Oxford University Press, 2009.

À semelhança do que acontece noutras unidades curriculares com as mesmas metodologias de ensino, a avaliação contínua encorajará os alunos a estudarem regularmente permitindo taxas de aprovação próximas dos 100% a todos os alunos que se dediquem ao estudo de forma regular.

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

The presentation of the subject follows the classic reference Thomas Bjork. Arbitrage Theory in Continuous Time. Third edition Oxford University Press, 2009.

Continuous assessment encourages the students to work regularly allowing pass rates close to 100% with respect to those who fully participate in the study proposed activities.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia clássica em Matemática no ensino superior. Os conteúdos são apresentados e discutidos, procurando-se dar relevo às ideias, e técnicas, mais relevantes. Há materiais de estudo: livro de texto, notas de aula com exercícios alguns resolvidos e lista de questões teóricas que indicam claramente o que o aluno deve acabar por saber.

Há avaliação contínua. Esta compõe-se de 3 testes. As classificações nestes testes T_a , T_b e T_c dão a classificação na avaliação contínua $AC=0.3 T_a+0.3 T_b +0.4 T_c$. Para quem não obtenha a aprovação com a avaliação contínua há exame global.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classical methodology used in Mathematics at the university level. The contents are presented and discussed trying to stress the most important ideas and practical procedures. There are study materials: text book, classroom notes with problems, some with solutions and a list of questions indicating exactly what the student has to know.

There is a continuous assessment in the course. It is composed of 3 small exams. the grades being T_a , T_b and T_c the continuous assessment grade is $AC=0.3 T_a+0.3 T_b +0.4 T_c$. For those who fail there is still the possibility of a comprehensive exam.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

À semelhança do que acontece com outras unidades curriculares do grau, as metodologias são coerentes dado que os alunos que participam integralmente nas actividades propostas obtêm a aprovação podendo-se comprovar que adquiriram os conhecimentos e as competências previstas.

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

The methodologies are coherent as all the students that fully participate in the proposed activities get a pass mark.

Moreover, the written exams clearly show that these students acquired the knowledge and know how they were supposed to.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

- 1. J. Cvitanic, F. Zapatero, Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets, MIT Press 2004.*
- 2. N. H. Bingham, R. Kiesel, Risk-Neutral Valuation – Pricing and Hedging of Financial Derivatives, Springer 2004.*
- 3. R. J. Elliot, P. E. Kopp, Mathematics of Financial Markets, Springer 1999.*
- 4. S. Benninga, Financial Modeling, MIT Press 2008.*
- 5. T. Bjork, Arbitrage Theory in Continuous Time, Oxford University text 2009.*
- 6. Y. K. Kwok, Mathematical Models of Financial Derivatives, Springer 2008.*

Mapa IX - Economia Matemática / Mathematical Economics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Economia Matemática / Mathematical Economics

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível (sem horas de contacto)

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

Marta Cristina Vieira Faias Mateus - TP:56h

6.2.1.4. Objectivos 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:

- Conhecer e compreender os modelos de microeconomia relativos à teoria do consumidor e à escolha num contexto de incerteza. Conhecer teoria de jogos e perceber a sua aplicação nos modelos económicos, nomeadamente na teoria do equilíbrio geral.

- Ter a capacidade de compreender alguns dos modelos de economia financeira, deste a abordagem de equilíbrio geral com mercados incompletos até aos modelos de escolha óptima de portfólio e apreçamento dos ativos.

- Ter a capacidade de escolher e desenvolver o modelo adequado em diferentes problemas nas áreas da microeconomia e economia financeira.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:

- understand the microeconomic models in relation with consumer choice and choice under uncertainty. To know game theory and understand their application in the economic models, namely in the general equilibrium theory.

- understand the models of financial economics, from the approach of general equilibrium with incomplete markets to portfolio optimal choice and asset pricing.

- choose and develop the suitable model for different kind of problems that arises in microeconomics and financial economic areas.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Teoria do consumidor

2. Escolha em contexto de incerteza

3. Teoria de jogos

4. Equilíbrio geral

5. Mercados incompletos

6. Modelos de equilíbrio de activos financeiros – CAPM

7. Modelos de arbitragem - APT

6.2.1.5. Syllabus:

1. Consumer choice

2. Choice under uncertainty

3. Game theory

4. General equilibrium

5. Incomplete markets

6. Capital asset pricing model - CAPM

7. Arbitrage pricing theory - APT

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

No capítulo 1 estuda-se a teoria do consumidor, no capítulo 2 generaliza-se para o contexto de incerteza. Nestes dois capítulos cobre-se parte do primeiro objectivo de aprendizagem. No capítulo 3 faz-se uma introdução à teoria de jogos estratégicos. No capítulo 4 apresenta-se o modelo de equilíbrio geral usando o que se estudou nos capítulos 1 e 3. Deste modo completa-se o primeiro objectivo de aprendizagem e parte do último. No capítulo 5 inclui-se incerteza e mercados financeiros no modelo de equilíbrio geral e estudam-se o modelo de equilíbrio geral com mercados incompletos. Nos capítulos 6 e 7 continuamos num contexto de incerteza com activos financeiros e abordamos a escolha óptima de portfólio e os modelos de apreçamento de activos. Ficam assim cobertos o segundo objectivo de aprendizagem e parte correspondente do terceiro objectivo.

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

Chapter 1 is devoted to consumer choice which is generalized in chapter 2 for the case of uncertainty. Then part of the first objective is covered. In chapter 3 we introduce strategic game theory. In chapter 4 we study the general equilibrium model by using the knowledge from chapters 1 and 3. This way, we complete the first objective and part of the last objective. In chapter 5 we introduce uncertainty in the general equilibrium model and we study the general equilibrium model with incomplete financial markets. In chapters 6 and 7 we continue in the uncertainty context with financial markets and we study choice of optimal portfolios and asset pricing. We then cover the second objective and the corresponding part of the third

objective.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde a par com a exposição dos conceitos e resultados fundamentais serão apresentados exemplos ilustrativos desses conceitos e resultados.

De seguida são apresentados problemas e pretende-se que os alunos participem ativamente na sua resolução.

A avaliação consiste na realização de dois testes intermédios e de um trabalho em que os alunos estudam e discutem um artigo.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lecture-lab classes, where together with the explanation of the main concepts and results illustrative examples are given. Next some problems are proposed to the students to be solved and the students are supposed to take part in their resolution.

The evaluation consists on the realization of two midterms tests and an assignment where the students study and discuss a paper.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Nas aulas teóricas-práticas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Serão feitas as demonstrações formais de grande parte dos resultados. Deste modo os alunos são preparados para a resolução de problemas quer práticos quer teóricos. O trabalho em que o aluno discute um artigo tem como objetivo preparar o aluno para o estudo de novos tópicos.

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

In the lecture-lab classes it is exposed the theory which is illustrated with examples. For the most part of the results, the formal proves will be done. This way, the students will be prepared to solve practical and theoretical problems. The assignment, where the students discuss a paper, aims to prepare students for the study of new topics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1. A. Mas-Colell, M. D. Whinston, J. R. Green, Microeconomic Theory, Oxford University Press, 1995.

2. F. Fudenberg, J. Tirole, Game Theory, The MIT Press, 1995.

3. M. Magill, M. Quinzii, Incomplete Markets: vol. I: finite horizon economies and vol. II: infinite horizon economies, Cheltenham, Northampton : An Elgar Reference Collection, cop. 2008.

4. S. L. LeRoy & J. Werner, Principles of Financial Economics, Cambridge University Press, 2001.

5. J. Cockrane, Asset Pricing, Princeton University Press, 2001.

Mapa IX - Seminário em Matemática Financeira / Financial Mathematics Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário em Matemática Financeira / Financial Mathematics Seminar

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

Manuel Leote Tavares Inglês Esquível - S: 28h

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

n/a

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

Aquisição das competências relativas à comunicação de informação científica complexa destinada a audiências com variados níveis de preparação técnica. Contacto com possíveis supervisores para as dissertações em ambiente empresarial.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Acquisition of know how needed for the communication of scientific and technical information aiming at publics with different levels of preparedness. Contacts with possible supervisors for dissertations in the enterprise chosen for that purpose.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

A ser definido pelos oradores sobre os temas dos cursos de mestrado.

6.2.1.5. Syllabus:

To be defined by the presenters within the topics of the courses of the master's degree.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Não aplicável.

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

Not applicable.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentações por profissionais da Banca, Seguradoras, Corretoras, Consultoras, etc de temas e de possíveis problemas merecendo análise e eventual aprofundamento no contexto de dissertações de mestrado. Os alunos, eventualmente agrupados, elaborarão um pequeno relatório sobre o enquadramento do problema no âmbito dos estudos de mestrado já efectuados. O relatório conterá uma revisão bibliográfica inicial, a contextualização do problema no âmbito dos estudos efectuados e planos de trabalho devidamente justificados para eventuais dissertações sobre o tema. Os relatórios serão apresentados e discutidos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Invited presentations will be arranged, by technical collaborators of banks, insurers, brokers consulting firms, etc on subjects relevant for the themes of possible master's degree dissertation. The students, possibly in groups will provide small reports on the contextualization in the subjects already studied. The report will contain some bibliographic references, the current status of the problem described in the context of the studies of the course and work plans, duly justified, for possible dissertations.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

À semelhança do que acontece noutras unidades curriculares do mesmo tipo, leccionadas no curso de mestrado e na licenciatura, as metodologias são coerentes dado que os alunos que participem integralmente nas actividades propostas obterão a aprovação podendo-se comprovar que adquiriram os conhecimentos e as competências previstas.

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

The methodologies are coherent as all the students that fully participate in the proposed activities get a pass mark. Moreover, the written exams clearly show that these students acquired the knowledge and know how they where supposed to.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A ser definido pelos oradores sobre os temas dos cursos de mestrado.

To be defined by the presenters within the topics of the courses of the master's degree.

Mapa IX - Álgebra Multilinear / Multilinear Algebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Multilinear / Multilinear Algebra

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

Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos (sem horas de contato)

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

Maria do Rosário Silva Franco Fernandes - TP:56h

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos em aplicações multilineares diferentes da aplicação determinante.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that the student acquires knowledge in multilinear maps different from the determinant map.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Álgebra Multilinear

1. *Aplicações multilineares.*
2. *Produto tensorial de espaços vectoriais.*
3. *Tensores decomponíveis. Característica de um tensor.*
4. *Produto tensorial de subespaços. Somas directas e bases para o produto tensorial.*
5. *Morfismos do produto tensorial e produto de Kronecker de matrizes.*
6. *Produto tensorial de espaços vectoriais munidos de produto interno.*
7. *Aplicações simétricas e anti-simétricas.*
8. *Espaço dos tensores completamente simétricos.*
9. *Espaço de Grassmann.*
10. *Aplicações da Álgebra Multilinear.*

6.2.1.5. Syllabus:

Multilinear Algebra

1. *Multilinear maps.*
2. *Tensor product of vector spaces.*
3. *Decomposable tensors. rank of a tensor.*
4. *Tensor product of subspaces. Direct sums and bases.*
5. *Tensor product of linear maps and Kronecker product of matrices.*
6. *Tensor product of inner product spaces.*
7. *Symmetric and skewsymmetric maps.*
8. *Symmetric tensors.*
9. *Grassmann spaces.*
10. *Applications of Multilinear Algebra.*

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Porque se pretende que o aluno adquira conhecimento de outras aplicações multilineares, diferentes da aplicação determinante, o programa da álgebra multilinear é o perfeito para resolver este assunto.

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

It is intended that the student acquires knowledge in multilinear maps different from the determinant map and the program of multilinear algebra is excellent to solve this matter.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas em regime tutorial. Exame final ou trabalho final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course will work in tutorial regime. Final exam or final work.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Atendendo ao número de alunos, o regime tutorial é o mais adequado.

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

The course will work in tutorial regime because the number of students is small.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

M. Marcus, Finite Dimensional Multilinear Algebra, Part 1, Marcel Dekker, New York, 1973

M. Marcus, Finite Dimensional Multilinear Algebra, Part 2, Marcel Dekker, New York, 1975

R. Merris, Multilinear Algebra, Gordon and Breach Science Publishers, 1997.

L. Hogben e B. Raton, Handbook of Linear Algebra, Ch 13, Chapman & Hall/CRC, 2007

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adaptação das metodologias de ensino e das didácticas aos objectivos de aprendizagem das unidades curriculares.

As diferentes unidades curriculares têm, na sua maioria, uma organização baseada em aulas teórico-práticas. Dentro deste enquadramento é concedida autonomia aos respectivos docentes responsáveis para definirem os métodos, respeitando o Regulamento de Avaliação de Conhecimentos da FCT, que melhor se adequem à transmissão de informação, aplicação prática e desenvolvimento de competências.

6.3.1. Adaptation of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

Most courses of the program are organized in theoretical-practical classes. Within this framework autonomy is granted to the responsible of the unit to define the methods, respecting FCT's regulations, that are best suited to the transmission of information, practical application and skill development.

6.3.2. Verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

O trabalho global exigido aos alunos está repartido entre as unidades curriculares. Cada UC é limitada pelo esforço atribuído no plano curricular, medido em ECTS.

Em cada unidade curricular a carga média de trabalho requerida aos estudantes é estimada pelo docente responsável, com base na sua experiência. A distribuição pelas diferentes actividades é alvo de análise, por forma a assegurar que corresponde ao esforço atribuído à disciplina. A interacção aberta e com elevado grau de proximidade entre os alunos e o corpo docente permite aferir, durante o decurso da disciplina, o esforço efectivamente realizado pelos alunos. Quando necessário o corpo docente toma as medidas correctivas adequadas. Esta informação de proximidade é complementada pela realização de inquéritos aos alunos, realizados anualmente pela FCT-UNL.

6.3.2. Verification that the required students average work load corresponds the estimated in ECTS.

The overall work required from students is divided among courses. Every course is limited by the effort assigned on the program's plan, measured in ECTS. The average workload required by a course is estimated by the responsible of the unit, based on its experience. The distribution among the activities is analyzed, to ensure that the effort assigned is adequate. The open close interaction between students and teachers allows the on-line assessment of the effort actually performed by the students. When needed, suitable corrective actions are taken. This on-line information is complemented by student surveys, conducted annually by FCT-UNL.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As metodologias de avaliação de cada UC são especificadas na respectiva ficha, antes do início do semestre, sendo esta verificada quer pelo Responsável da UC, quer pela Comissão Científica do Curso, que têm também o papel de promover a sua harmonização e adequação aos objectivos da respectiva UC e do curso. As metodologias de avaliação são continuamente aferidas e ajustadas, de forma informada por inquéritos aos estudantes. Os relatórios das UC, elaborados pelos docentes, nos quais devem responder explicitamente aos resultados dos inquéritos e propor medidas para melhorar o funcionamento da UC, incluindo a metodologia de avaliação, são apreciados pelo Coordenador do Curso, pelo Presidente do Departamento e pelo Conselho Pedagógico.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The evaluation methodologies adopted by each course are specified in their unit files before the corresponding semester starts, and verified by the Coordinator of the program and by the Scientific Committee, which also have the role of promoting their harmonization and adequacy to the goals of the course unit and the whole program. The evaluation methodologies are continually assessed and adjusted, taking in consideration the student surveys. Teachers elaborate unit reports, in which they should explicitly respond to the survey results and propose measures to improve the functioning of course, including the assessment methodology, which are then appreciated by the program Coordinator, the head of department, and the Pedagogical Council.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em actividades científicas.

Como referido em 6.1.4, a iniciação à investigação científica é feita desde logo em algumas das UC em que a avaliação integra a realização de trabalhos em temas avançados, o que inclui a pesquisa e análise de bibliografia actualizada, bem como a elaboração e apresentação pública de trabalhos de síntese do estado da arte ou análise crítica de artigos.

6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.
As mentioned in 6.1.4, the introduction to scientific research is done immediately on some courses which evaluation includes the completion of project works on advanced topics, which includes research and analysis of updated literature, as well as the preparation and public presentation of synthesis' works on the state of the art or critical analysis of articles.

7. Resultados

7.1. Resultados Académicos

7.1.1. Eficiência formativa.

7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency			
	2010/11	2011/12	2012/13
N.º diplomados / No. of graduates	12	2	1
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	8	1	1
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	2	1	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	0	0

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respectivas unidades curriculares.

O baixo número de estudantes inscritos no Mestrado não permite uma análise global com significado (existem UC com 1 aluno inscrito aprovado, assim como UC com 1 aluno inscrito que não foi avaliado). Nas UC com um maior número de estudantes inscritos, o número de estudantes aprovados é em média superior a 70%. Os número de estudantes reprovados é completamente marginal: quase a totalidade dos alunos não aprovados não se submeteram a avaliação. Uma vez que a quase totalidade dos UC do Mestrado em Matemática e Aplicações são da área da Matemática, uma análise por áreas carece também de significado. Contudo, relativamente a UC não da área da Matemática, o número de estudantes não avaliados é significativamente maior (superior a 50%).

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

The low number of students enrolled in the Master does not allow a meaningful analysis (there are courses with 1 student enrolled either approved or even not evaluated). In units with a larger number of students enrolled, the number of approved students is on average above 70%. The number of students that fail is quite marginal: almost all non approved students have not been evaluated. Since almost all the units of the program are from the area of mathematics, an analysis by areas is also meaningless. However, for non mathematics units, the number of students not evaluated is significantly higher (over 50%).

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de acções de melhoria do mesmo.

De acordo com os procedimentos definidos pela Unidade de Gestão da Qualidade, no final de cada edição é feita uma auto-avaliação de cada UC, em que o responsável da UC deverá comentar vários aspectos do seu funcionamento e propor medidas para a sua melhoria. Nesta auto-avaliação é avaliado o sucesso escolar, através de indicadores como as razões entre estudantes avaliados e inscritos, entre aprovados e avaliados, bem como a média das classificações obtidas. Quando estes indicadores descem abaixo de um limiar as UC são consideradas críticas, sendo neste caso obrigatório que os docentes analisem e descrevam medidas de melhoria, discutidas e validadas pelo Coordenador do Curso e pelo presidente do Departamento de Matemática. Adicionalmente, o Coordenador do Curso poderá antecipar problemas com UC, nomeadamente veiculados pelos estudantes, de forma a que possam ser tomadas eventuais medidas de correcção durante o decorrer do semestre.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

According to the procedures defined by the FCT Quality Management Unit, implemented in the CLIP academic management system, at the end of each course edition, there is a self-assessment of each course, where the unit responsible should review various aspects of the just-finished implementation and propose measures for its improvement. One of the elements covered is the school success rates, measured by indicators such as the ratios of students enrolled and evaluated, between approved and evaluated, as well as the average of the marks obtained. When these indicators fall below a defined threshold, it is required that the course responsible analyze the situation and describe improvement measures, discussed and validated by the Program Coordinator and by the Head of Department. Additionally, the Program Coordinator can anticipate

problems with some course, through information conveyed by the students, so that corrective measures can be applied during the semester.

7.1.4. Empregabilidade.

7.1.4. Empregabilidade / Employability	
	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de actividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study cycle area	100
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	100

7.2. Resultados das actividades científicas, tecnológicas e artísticas.

Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.

A maioria dos docentes da FCT que trabalham na área científica predominante do ciclo de estudos desenvolve a sua actividade científica no Centro de Matemática e Aplicações da FCT-UNL. A sua última classificação da FCT-MEC para os centros foi de “Muito Bom” (2003-06). Há também docentes que estão integrados no Centro de Álgebra da Universidade de Lisboa com classificação de “Muito Bom”, no Centro de Inteligência Artificial da FCT-UNL com classificação de “Bom” e no Centro de Matemática e Aplicações Fundamentais da Universidade de Lisboa, com classificação de “Excelente”.

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark.

Most of the academic staff of FCT that work in the main scientific area of the program develop their scientific activity at the Center of Mathematics and Applications, graded “Very Good” by the National Foundation for Science and Technology. Some other staff members are associated to the Center of Algebra of the University of Lisbon, graded “Very Good”, to the Center of Artificial Intelligence, graded “Good” and to the Center of Mathematics and Fundamental Applications of the University of Lisbon, graded “Excellent”.

7.2.2. Número de publicações do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos 5 anos e com relevância para a área do ciclo de estudos.

134

7.2.3. Outras publicações relevantes.

Além das publicações em revistas internacionais, os docentes foram autores de 5 livros, autores de 11 capítulos de livros, editores de 3 livros e publicaram 53 artigos em conferências internacionais com revisão.

7.2.3. Other relevant publications.

In addition to publications in international journals, staff members were authors of 5 books and 11 book chapters, editors of 3 books and have published 53 articles in international conferences with peer-reviewing.

7.2.4. Impacto real das actividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

Considerando as elevadas taxas de empregabilidade dos estudantes de Matemática do Departamento de Matemática da FCT-UNL, a sua reconhecida competência e capacidade de trabalho em equipa, parece indiscutível que os diplomados dos diversos ciclos em Matemática têm um impacto muito positivo na sociedade. Podem ser encontrados antigos alunos do Departamento de Matemática em várias Universidades, empresas, instituições e laboratórios, quer em Portugal quer no estrangeiro. A integração de estudantes do curso, enquadrada por docentes, em actividades de realização prática quer no contexto de empresas quer no contexto de investigação, fomenta um impacto real quer nos ambientes de acolhimento quer no Departamento.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

Considering the very high rate of employability of students of Mathematics Department of FCT-UNL, their recognized standing and ability to work in teams, it seems indisputable that the Mathematics programs have a very positive impact on society. Mathematics Department Alumni can be found in various universities, companies, institutions and laboratories, both in Portugal and abroad. The integration of students, with teacher supervision, in the context of hosting companies either in the context of research, fosters a real impact on both the Department and the receiving institutions.

7.2.5. Integração das actividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.
Os docentes do Departamento de Matemática colaboram activamente com colegas de várias Universidades portuguesas, nomeadamente: Universidades de Coimbra, de Évora, de Lisboa, do Minho, do Porto e de Trás-os-Montes e Alto Douro. Além disso, colaboram ainda com investigadores de diversas universidades estrangeiras, nomeadamente: Carnegie Mellon University (EU), Universidade Federal Fluminense (Brasil), St. Andrews University (RU), Universités de Paris VI e de Paris VII (França), Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications (França), CIE (rede científica internacional Computability in Europe), Universidade de Ludwig-Maximilian (Alemanha), Universidade de Potsdam (Alemanha), College of William and Mary (EU), Université de Toulon-Var (França), INRIA - Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (França), Universidad de Granada (Espanha), Université Libre de Bruxelles (Bélgica) e Universitat Autònoma de Barcelona (Espanha).

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.
The faculty members of the Mathematics Department actively collaborate with colleagues from several Portuguese universities, including: Universities of Coimbra, Évora, Lisboa, Minho, Porto and Trás-os-Montes e Alto Douro. Moreover, they also collaborate with researchers from several foreign universities, including: Carnegie Mellon University (USA), Universidade Federal Fluminense (Brazil), University of St. Andrews (United Kingdom), Universities of Paris VI and Paris VII (France), Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications (France), CIE (international scientific network Computability in Europe), Ludwig-Maximilian University (Germany), Potsdam University (Germany), College of William and Mary (USA), University of Toulon-Var (France), INRIA - Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (France), University of Granada (Spain), Université Libre de Bruxelles (Belgium) and Universitat Autònoma de Barcelona (Spain).

7.2.6. Utilização da monitorização das actividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.
A actividade científica do Departamento de Matemática tem sido monitorizada fundamentalmente através da avaliação dos Centros de Investigação, por painéis internacionais constituídos por peritos de reputação mundial, nomeados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. A recente implementação do Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da FCT-UNL, veio incentivar a publicação em revistas e conferências internacionais de elevado nível. A FCT-UNL também faz a monitorização e avaliação das publicações. Esta última é efectuada no âmbito de toda a UNL e decorre dos estudos que têm sido periodicamente solicitados à Universidade de Leiden (indicadores relevantes, benchmarking). Como resultado, procura-se sempre melhorar os indicadores no ciclo seguinte de monitorização.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.
The scientific activity of Mathematics Department is monitored through periodic evaluations of the Research Centers by international panels, comprising reputed worldwide experts selected by the Foundation for Science and Technology. The recent implementation of the Rules of Performance Evaluation of Professors of FCT-UNL has encouraged the publication in international journals and conferences of high level. Publications are also monitored and evaluated by FCT-UNL. The evaluation is based on the periodical studies carried out by the University of Leiden (number and relevance of publications, impact factors, citation index and correlated indicators, benchmarking). As a result, the indicators should be improved in the next evaluation cycle.

7.3. Outros Resultados

Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

7.3.1. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada.
O Departamento de Matemática (DM) tem actividades regulares de divulgação da importância da Matemática:
- O grupo divMAT (<https://sites.google.com/site/divmatfct/>) tem como finalidade a divulgação da Matemática através de diversas iniciativas destinadas a alunos e professores do ensino secundário, visitando escolas e recebendo grupos de escolas nas instalações da FCT.
- O ClubeMath (<http://eventos.fct.unl.pt/clubemath/>) destina-se a jovens do ensino básico e secundário e funciona, com alunos inscritos, em 7 sessões anuais realizadas aos sábados, nas instalações da FCT.
- A MatNova é uma Escola de Verão de Matemática, que se realiza no início de Setembro, destinada a alunos de excelência do ensino secundário.
- Por ocasião da ExpoFCT, milhares de alunos do ensino secundário visitam a FCT e o DM. Membros do DM organizam várias actividades cujo principal objectivo é mostrar como a Matemática ajuda a resolver múltiplos problemas.

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.
The Mathematics Department (DM) has regular activities to disseminate the importance of mathematics:
- The group divMAT (<https://sites.google.com/site/divmatfct/>) aims at the dissemination of mathematics through various initiatives directed to students and secondary school teachers, visiting schools and receiving groups from schools at FCT.
- The ClubeMath (<http://eventos.fct.unl.pt/clubemath/>) aimed at young basic and secondary school students, works with students enrolled, in 7 annual sessions held on Saturdays, at the premises of FCT.
- The MatNova is a Summer School of Mathematics, which takes place in early September, aimed at excellent students in secondary education.

- On the occasion of ExpoFCT, thousands of secondary school students visit the FCT and DM. DM members organize various activities, whose main aim is to show how mathematics helps to solve multiple problems.

7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva e artística.

Desde 1983 o Departamento de Matemática já formou mais de mil licenciados, mestres e doutores em Matemática. Estes têm exercido as suas actividades profissionais como professores no Ensino Secundário e Básico, docentes no Ensino Superior e como quadros superiores em Médias e Grandes Empresas no sector de Gestão, Estatística, Seguradoras, Bancos, Empresas de Gestão de Fundos de Pensões e de Investimento, Empresas de Informação (de Programação e Análise Numérica-Computação), Grandes Laboratórios, etc.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

Since 1983 the Mathematics Department has trained over a thousand graduates, Msc and PhD in Mathematics. They exercise their professional activities as teachers in Basic and Secondary Education, Higher Education and executives in medium and large companies in the areas of Management, Statistics, Insurance, Banking, Pension Funds Management and Investment Companies, Business Information (programming and Numerical Analysis, Computing), Major Laboratories, etc.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

A página da UNL na internet (<http://www.unl.pt/>) apresenta um guia com dados relevantes sobre o ciclo de estudos, nomeadamente: objectivos, oportunidades profissionais, prazos, propinas e planos de estudo. Na página da FCT-UNL na Internet (<http://www.fct.unl.pt/>) pode também encontrar-se informação sobre o ensino, planos curriculares, calendários, pessoal docente e documentação exigida para candidaturas. Finalmente, na página do Departamento de Matemática (<http://www.dm.fct.unl.pt/>), para além dos conteúdos referenciados acima, é anunciada informação específica relativa ao ciclo de estudos, actividades de investigação e divulgação.

7.3.3. Adequacy of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

The internet site of UNL (<http://www.unl.pt/>) provides a guide where relevant data about the program can be found, namely: objectives, career opportunities, schedules, tuition fees and study plans. The website of FCT-UNL (<http://www.fct.unl.pt/>) also presents useful information on teaching, curricula, timetables, staff and documentation required for application. Finally, in the website of the Mathematics Department (<http://www.dm.fct.unl.pt/>), additionally to the contents described above, specific information on program is publicized, namely research activities and dissemination of mathematics.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros / Percentage of foreign students	8.8
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	8.8
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	9.1

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

O curso oferece uma sólida formação científica, com um currículo actualizado, diversificado e abrangente. Os diplomados adquirem um conjunto de competências adequadas quer ao prosseguimento de estudos de terceiro ciclo quer à sua inserção no mercado de trabalho como profissionais altamente qualificados. Nos estudos recentes, de entre todas as áreas científicas, a Matemática aparece entre as que tem menor número de inscritos nos centros de emprego.

8.1.1. Strengths

The program provides a solid scientific background with an updated curriculum, diversified and comprehensive. Graduates acquire a set of skills appropriate either to pursuing studies (Phd) or to their insertion in the labor market as highly qualified professionals. In recent studies, from all areas, Mathematics appears among those who have less unemployed people.

8.1.2. Pontos fracos

O baixo número de estudantes inscritos, em especial nalguns ramos do Mestrado, não permite o funcionamento mais apropriado de algumas UC.

8.1.2. Weaknesses

The low number of students enrolled, in special in some profiles of the Master, does not allow the more appropriate functioning of some unit courses.

8.1.3. Oportunidades

Existe uma procura sustentada de profissionais qualificados na área da Matemática tanto a nível nacional como internacional. A revisão quer da Licenciatura em Matemática quer do Mestrado em Matemática e Aplicações (MMA), efectuada em 2012, permitiu ao estudante uma maior flexibilidade na sua formação. A criação (em 2012) do ramo de Matemática Financeira do MMA visou também responder a esta demanda. A entrada em vigor do Perfil curricular da FCT permite uma maior interacção com outros cursos da FCT e uma maior integração na investigação científica ou uma primeira abordagem ao mercado de trabalho.

8.1.3. Opportunities

There is a sustained demand for qualified professionals in the area of mathematics both nationally and internationally. The revision both of the undergraduate program in mathematics and of the Master in Mathematics and Applications (MMA), made in 2012, allowed students greater flexibility in their training.

The creation (in 2012) of the Financial Mathematics MMA's profile also sought to satisfy this demand. The new FCT curricular profile also allows greater interaction with other programs in the FCT and greater integration in scientific research or a first approach to the labor market.

8.1.4. Constrangimentos

A actual degradação da situação económica nacional e internacional, a par da diminuição da taxa de natalidade no país, terá certamente repercussões negativas na procura do ensino superior.

As limitações orçamentais conduzem a limitações de recursos humanos e materiais, e impedem certas acções que permitiriam melhorar a qualidade do curso. A renovação do equipamento nos laboratórios de computadores existentes e, sobretudo, a manutenção em funcionamento dos mesmos no dia a dia é muito dificultada pelas limitações orçamentais.

8.1.4. Threats

The current deterioration of the national and international economic situation, along with a fall in the birth rate in the country, will certainly have a negative impact on demand for higher education.

Budgetary constraints lead to limited human and material resources, and prevent certain actions that would improve the quality of the program. The renewal of the existing computer labs and, above all, the continued its daily operation is severely hampered by budgetary constraints.

8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

8.2.1. Pontos fortes

- Estrutura organizacional responsável pelo Ciclo de Estudos bem definida desde o departamento responsável pelo curso até à instância máxima da instituição.

- Estruturas e mecanismos da qualidade bem definidos desde a base até ao topo. Procedimentos para recolha e utilização de informação relativa a unidades curriculares e ao Ciclo de estudos, bem como para monitorização e avaliação do curso, bem estruturados e baseados no ciclo de melhoria contínua da qualidade/desempenho.

8.2.1. Strengths

- Organizational structure responsible for the study cycle is well defined from the department offering the programme to the highest authority of the institution.

- Quality structures and mechanisms are well defined from the base to the top. Procedures for collecting and using information on courses and on the study cycle, as well as for monitoring and evaluation of the programme, are well structured and based on the cycle of continuous quality improvement / performance.

8.2.2. Pontos fracos

Algun atraso na implementação de mecanismos formais de garantia da qualidade não permitiu ainda a concretização total do ciclo de melhoria contínua.

Taxa de resposta dos estudantes aos questionários abaixo do que seria desejável.

8.2.2. Weaknesses

Some delay in the implementation of formal quality assurance mechanisms has not allowed yet the full accomplishment of the continuous improvement cycle.

Student's response rate to the questionnaires below expectations.

8.2.3. Oportunidades

A implementação de todos os mecanismos e procedimentos vai permitir uma melhor gestão do Ciclo de Estudos o que deverá conduzir a uma melhoria da qualidade do curso, especialmente a nível dos processos de ensino e aprendizagem.

8.2.3. Opportunities

The implementation of all mechanisms and procedures will allow for better management of the study cycle, which should lead to its quality improvement, especially with regard to teaching and learning.

8.2.4. Constrangimentos

Em algumas unidades curriculares tem-se verificado que a percentagem de estudantes que responde aos inquéritos está abaixo do que seria desejável para a obtenção de conclusões estatisticamente significativas.

8.2.4. Threats

In some curricular units the percentage of students responding to inquiries is below what it would be desirable to obtain statistically significant conclusions.

8.3. Recursos materiais e parcerias

8.3.1. Pontos fortes

O curso é leccionado num campus muito atraente, com boas infra-estruturas, em particular uma boa biblioteca, e ainda com espaço para crescimento. A componente prática do curso é suportada em laboratórios de computadores, com equipamento adequado, e os estudantes têm acesso livre a um laboratório de computadores, durante o horário de expediente e, fora deste, mediante autorização. Tanto os espaços comuns como os dedicados ao ensino são de excelente qualidade e promovem um bom ambiente de relacionamento humano. Estão estabelecidos acordos com empresas, que enquadram essencialmente estágios, mas também prevêem outro tipo de cooperações. O espaço dedicado a docentes e investigadores também é de boa qualidade e quantidade.

8.3.1. Strengths

The program runs in a very attractive campus with good infrastructures, in particular a good library, and still has room for growth. The practical component of the program is supported by computer labs, with proper equipment, and the students have free access to a computer lab, during office hours, and beyond with permission. The common spaces and those dedicated to teaching are of excellent quality and promote a good environment for human relationship. There are agreements with companies, essentially related with traineeships, but also promotes other types of cooperation. The space dedicated to teachers and researchers is also of good quality and quantity.

8.3.2. Pontos fracos

Em alguns dos espaços físicos em que são leccionadas as aulas, começam a existir sinais de degradação que a actual conjuntura económica não ajuda a resolver. A actualização do equipamento e dos programas dos laboratórios de computadores não se pode fazer com a periodicidade desejada.

8.3.2. Weaknesses

In some of the spaces in which lectures are delivered, there are some signs of degradation that the current economic climate does not help solve. The upgrade of equipment and programs of the computer labs cannot be achieved with the required periodicity.

8.3.3. Oportunidades

- *A acessibilidade do campus é cada vez melhor, devido à intensificação da ligação por metro de superfície. Existe também uma residência universitária muito próxima do campus.*
- *Os acordos bilaterais estabelecidos no âmbito do programa ERASMUS permitirão incrementar o intercâmbio de estudantes e abrir caminho a outras colaborações interinstitucionais.*
- *Existência de número razoável de cooperações de investigação a nível internacional.*
- *Há perspectivas de alargamento da colaboração com outros departamentos sediados no Campus.*

8.3.3. Opportunities

- *The accessibility of the campus is getting better due to the presence of a tramway connecting to FCT-UNL. There is also a students' residence very close to the campus.*
- *The bilateral agreements established within the framework of the Erasmus program will allow increasing student exchange and open the way for other inter-institutional collaborations.*
- *Existence of a reasonable international research cooperation.*
- *There are perspectives for extending collaboration with other departments based at the Campus.*

8.3.4. Constrangimentos

A localização da FCT-UNL e a certa insuficiência dos transportes públicos, a partir de determinadas regiões e em determinados horários, origina alguns constrangimentos.

As restrições financeiras não permitem a contratação de pessoal docente que compense as saídas.

As crescentes dificuldades económicas começam a limitar as missões, prejudicando o estabelecimento e desenvolvimento de parcerias com entidades externas, particularmente a nível internacional.

8.3.4. Threats

The location of the FCT-UNL and some lack of public transportation, from certain areas and at certain hours, create some constraints.

Financial constraints do not allow hiring faculty members in a way to compensate departures.

The growing economic difficulties begin to limit missions, damaging the establishment and development of partnerships with external entities, particularly at international level.

8.4 Pessoal docente e não docente

8.4.1. Pontos fortes

O curso possui um corpo docente altamente qualificado e experiente, inteiramente constituído por doutorados e que são simultaneamente investigadores activos. Por outro lado, existe um consenso, confirmado pelos estudantes, de que o corpo docente é muito acessível aos estudantes, existindo um excelente ambiente de relacionamento humano no Departamento. Apesar do número de contratações efectuadas em anos recentes ter sido muito pequeno, foi possível recrutar docentes e investigadores de alta qualidade em concursos altamente competitivos.

8.4.1. Strengths

The program has a highly qualified and experienced teaching staff, entirely consisting of PhD, which are simultaneously active researchers. Moreover, there is a consensus, confirmed by students, that the teaching staff is very accessible to students and that inside the Department there are excellent relationships between students and teachers. Although the number of hires made in recent years have been very small, it was possible to recruit teachers and researchers of high quality in highly competitive contests.

8.4.2. Pontos fracos

O número de docentes tem vindo a diminuir, quer devido a aposentações, quer a outras saídas, não tendo sido possível efectuar contratações que compensem totalmente as saídas. Por outro lado, há um número reduzido de Professores Associados e Catedráticos no Departamento de Matemática. A carga docente média é elevada para uma escola de investigação como é o caso da FCT-UNL (mais de 8h semanais de aulas).

8.4.2. Weaknesses

The number of teachers has declined, either due to retirement or to other reasons, and it has not been possible to fully compensate these departures. There is a reduced number of Associate and Full Professors in the Department. The average teaching work is high for a research school like FCT-UNL (over 8 hours per week).

8.4.3. Oportunidades

Actualmente existe um elevado número de doutorados em matemática, com muito bons currículos, o que possibilitará boas contratações, quando tal for possível.

8.4.3. Opportunities

Currently there is a large number of PhD owners in mathematics, with very good curricula, which will enable good hiring, when possible.

8.4.4. Constrangimentos

A diminuição do número de docentes de carreira poderá conduzir ao aumento do número de horas que os docentes têm de dedicar à docência. Este aumento terá consequências nefastas nas restantes actividades exigidas aos docentes: investigação científica, actividade administrativa e extensão universitária.

8.4.4. Threats

The reduction in the overall number of teaching staff must lead to an increase in the number of hours that teachers have to devote to teaching. This fact has consequences in other activities expected from faculty members: research, administrative activity and extension/outreach activities.

8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

8.5.1. Pontos fortes

- Os estudantes reconhecem que existe uma boa relação e proximidade docente-aluno, num ambiente personalizado e amigável.
- Existe uma satisfação geral dos diplomados no Departamento de Matemática com a sua inserção no mercado de trabalho e com as competências adquiridas no curso.
- Os empregadores têm manifestado, em geral, satisfação com o nível de competência, motivação e atitude dos alunos formados no Departamento de Matemática.

8.5.1. Strengths

- The students acknowledge the existence of a good teacher-student relationship, in a personalized and friendly environment.
- There is general satisfaction of graduates in the Department of Mathematics to their insertion in the labor market and skills acquired in the course.
- The employers have generally expressed great satisfaction with the level of competency, motivation and attitude of the graduates by the Department of Mathematics.

8.5.2. Pontos fracos

O número de estudantes ainda é pequeno, em especial nalguns ramos do Mestrado, prejudicando a troca de experiências entre eles.

8.5.2. Weaknesses

The number of students is still small, in special in some profiles of the Master, hampering the experience exchange between them.

8.5.3. Oportunidades

O Campus é agradável, espaçoso e ainda tem possibilidades de expansão futura. A sua localização pode ser vantajosa para os estudantes que habitam a sul do Tejo. As recentes melhorias no acesso ao Campus (metro de superfície e comboio), podem contribuir para uma maior atractividade da FCT-UNL. As medidas relacionadas com a avaliação contínua, que fazem parte do perfil FCT e entraram em vigor no primeiro semestre de 2012/13, poderão contribuir para aumentar o sucesso escolar.

8.5.3. Opportunities

The Campus is pleasant, spacious and still has possibilities for future expansion. Its location can be advantageous for students who inhabit the south of the Tagus. Recent improvements in access to Campus (tramway and train), can contribute to greater attractiveness of FCT. Measures related to continuous assessment, that are included in the profile FCT, whose implementation began in 2012/13, may contribute to increased academic success.

8.5.4. Constrangimentos

O Campus tem uma localização que pode dificultar o acesso a alguns estudantes que habitam a norte do Tejo. Apesar das recentes melhorias no acesso ao Campus (metro de superfície e comboio), este é, por vezes, lento e dispendioso, devido ao trânsito intenso em horas de ponta e aos custos de transporte.

8.5.4. Threats

The Campus has a location which can hinder the access to some students who inhabit the north of the Tagus. Despite recent improvements to Campus accessibility (tramway and train), getting there is sometimes slow and costly, due to heavy traffic at rush hours and transportation costs.

8.6. Processos

8.6.1. Pontos fortes

- Informação alargada e acessível relativa a planos de estudo, metodologias e organização das unidades curriculares. A Faculdade dispõe de bons serviços informáticos que facilitam a comunicação entre alunos e professores. Os serviços da FCT/UNL têm meios adequados à garantia de que o curso tem os meios materiais e humanos necessários ao seu funcionamento, assegurando completamente a gestão académica (inscrições, calendários de aulas e avaliações, lançamento de notas) e dos espaços. Há um sistema de gestão académico (CLIP) que suporta toda a actividade curricular.
- Verifica-se grande empenho do corpo docente e muito boa relação entre professores e estudantes.
- A estrutura curricular e o plano escolar do curso oferecem uma formação abrangente, conferindo competências que permitem a inserção no mercado de trabalho e/ou a prossecução da especialização de natureza académica.

8.6.1. Strengths

- Accessible and wide information regarding the curricula, methodologies and program's organization. FCT-UNL has a good intranet system that facilitates communication between students and teachers and the adequate means to guarantee the material and human resources for program operation, ensuring completely the academic

management (enrollment, class schedules and evaluations, room allocation). There is an academic management system (CLIP) that supports all curricular activities.

- There is a great commitment of the faculty staff and a very good relationship between teachers and students.
- The curriculum offers comprehensive training, providing skills that enables the student's integration into the labour market and/or continuing academic specialization.

8.6.2. Pontos fracos

O número de estudantes ainda é pequeno, em especial nalguns ramos do Mestrado, provavelmente também devido a uma publicidade pouco eficaz.

8.6.2. Weaknesses

The number of students is still small, in special in some profiles of the Master, probably also due to an ineffective advertising.

8.6.3. Oportunidades

Os estudantes têm possibilidade de planear o seu estudo ao longo do semestre, dado que a calendarização das avaliações é elaborada e tornada pública no início de cada semestre.

A existência de um corpo docente experiente com elevada qualificação académica facilitará a adaptação da oferta formativa, adequando-a a eventuais evoluções futuras.

8.6.3. Opportunities

Students are able to plan their study activities for the semester, since the assessment scheduling is defined and made public at the beginning of each semester.

The existence of an experienced faculty staff with high academic qualifications will facilitate the adaptation of the training/educational offer, adapting it to possible future developments.

8.6.4. Constrangimentos

As restrições orçamentais poderão fazer diminuir os meios humanos e materiais disponíveis, indispensáveis ao bom funcionamento do curso.

8.6.4. Threats

Budgetary constraints may reduce the human and material resources essential to the proper functioning of the program.

8.7. Resultados

8.7.1. Pontos fortes

- O desempenho dos estudantes é muito bom na generalidade das unidades curriculares.
- A empregabilidade dos graduados em Matemática (licenciaturas e mestrados) pelo Departamento de Matemática da FCT-UNL é das mais elevadas entre os cursos de ciências e engenharias.

8.7.1. Strengths

- Student performance is very good in most courses.
- The employability of graduates in Mathematics (bachelor and masters) at the Mathematics Department of FCT-UNL is very high among engineering and science courses.

8.7.2. Pontos fracos

O número de estudantes ainda é pequeno, em especial nalguns ramos do Mestrado.

8.7.2. Weaknesses

The number of students is still small, in special in some profiles of the Master.

8.7.3. Oportunidades

- A existência de uma sólida formação de base confere ao diplomado uma boa plataforma para evoluir ao longo da sua vida profissional. Esta competência é fundamental na sociedade moderna, onde a evolução tecnológica está em constante aceleração.
- A excelente qualidade do corpo docente do Departamento de Matemática, com uma média etária não muito elevada, é um bom indicador para o futuro.

8.7.3. Opportunities

- The existence of a solid basic training in mathematics gives the graduate a good platform to evolve throughout their professional life. This competence is necessary in modern society, where technological evolution is constantly accelerating.

- The excellent quality of the Mathematics Department's staff, with an average age not very high, is a good indicator for the future.

8.7.4. Constrangimentos

A diminuição do número de docentes de carreira poderá conduzir ao aumento do número de horas que os docentes têm de dedicar à docência. Este aumento terá consequências nefastas nas restantes actividades exigidas aos docentes, em particular na investigação científica, de particular relevância para assegurar a qualidade do curso. As crescentes dificuldades económicas começam também a limitar as missões, prejudicando o estabelecimento e desenvolvimento de parcerias com entidades externas, particularmente a nível internacional, bem como a actualização de equipamentos, a qual não se pode fazer com a periodicidade desejada.

8.7.4. Threats

The reduction in the overall number of teaching staff must lead to an increase in the number of hours that teachers have to devote to teaching. This fact has consequences in other activities expected from faculty members, in particular, for scientific research, of particular relevance for the program. Increasing financial constraints begin to limit missions, damaging the establishment and development of partnerships with external entities, particularly at international level, as well as the updating of equipment, which can not be done with the desired periodicity.

9. Proposta de acções de melhoria

9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

9.1.1. Debilidades

O curso foi reestruturado recentemente, tendo novo plano curricular entrado em vigor no ano lectivo 2012/13. Em todos os ramos foram introduzidas novas disciplinas opcionais. Em especial no ramo de Álgebra, Lógica e Computação a oferta curricular aumentou significativamente quer em qualidade quer em variedade. Além disso, foi criado o novo ramo de Matemática Financeira que visou responder às crescentes solicitações do mercado de trabalho nesta área. cremos assim que, de momento, a maior debilidade do curso é o reduzido número de alunos que o frequentam. Na área geográfica em que a FCT-UNL está implementada existem ofertas concorrenciais de outras instituições que, naturalmente, condicionam o número de candidatos ao Mestrado em Matemática e Aplicações. Contudo pensamos que o principal problema se prende com a divulgação do curso (e suas saídas profissionais) que, de modo a ter um maior número de candidatos, quer nacionais quer estrangeiros, ainda não foi efetuada com a abrangência necessária.

9.1.1. Weaknesses

The program was recently restructured, with new curriculum entered into effect in the academic year 2012/13. In all profiles were introduced new optional units. In particular in the field of Algebra, Logic and Computation, the offering significantly increased both in quality and variety. In addition, the new profile Financial Mathematics was created and it aimed to respond to increasing demands of the labor market in this area. We believe that, at the moment, the biggest weakness of course is the small number of students who attend. In the geographic area of FCT-UNL there are competitive offers from other institutions that naturally affect the number of applicants to the program. However we think that the main problem relates to the advertising of the course (and its career opportunities) that in order to have a greater number of candidates, whether domestic or foreign, was not yet done with the necessary scope.

9.1.2. Proposta de melhoria

Divulgação do curso em associações profissionais, empresarias e em meios de comunicação social.

9.1.2. Improvement proposal

Advertisement of the program among professional and business associations and on the media.

9.1.3. Tempo de implementação da medida

Anualmente, durante 3 meses, com início no mês de maio.

9.1.3. Implementation time

Every year, for 3 months, starting in May.

9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.1.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.1.5. Indicador de implementação
Aumento do número de candidatos.

9.1.5. Implementation marker
The increase in the number of candidates.

9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.

9.2.1. Debilidades
Algum atraso na implementação de mecanismos formais de garantia da qualidade não permitiu ainda a concretização total do ciclo de melhoria contínua.

9.2.1. Weaknesses
Some delay in the implementation of formal quality assurance mechanisms has not allowed yet the full accomplishment of the continuous improvement cycle.

9.2.2. Proposta de melhoria
A - Implementação online do template do relatório de monitorização anual do ciclo de estudos
B - Elaboração do relatório do ciclo de estudos referente a 2012/13.
C – Otimizar a estrutura dos questionários dos estudantes, reduzindo o número de questões e tempo de preenchimento.

9.2.2. Improvement proposal
A - Online implementation of the template to be used in the production of the study cycle annual monitoring report
B - Production of study cycle monitoring report for 2012/13
C – Optimize students questionnaires reducing the number of questions and fulfilling time

9.2.3. Tempo de implementação da medida
A –2013/14
B –2013/14
C –2013/14

9.2.3. Improvement proposal
A –2013/14
B –2013/14
C –2013/14

9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)
A –Alta
B –Alta
C –Alta

9.2.4. Priority (High, Medium, Low)
A –High
B –High
C –High

9.2.5. Indicador de implementação
A - Implementação online concluída
B - Produção do relatório final de monitorização do ciclo de estudos referente a 2012/13.
C – Implementação nova versão dos questionários.

9.2.5. Implementation marker
A - Online implementation concluded
B - Production of study cycle monitoring report for 2012/13.
C – Implementation of new version of the questionnaires.

9.3 Recursos materiais e parcerias

9.3.1. Debilidades

Em alguns dos espaços físicos em que são leccionadas as aulas, começam a existir sinais de degradação que a actual conjuntura económica não ajuda a resolver. A actualização do equipamento e dos programas dos laboratórios de computadores não se faz com a periodicidade desejada.

9.3.1. Weaknesses

In some rooms in which lectures are delivered, there are some signs of degradation that the current economic climate does not help to solve. The upgrade of equipment and programs of the computer labs is not achieved with required periodicity.

9.3.2. Proposta de melhoria

Em ambos os casos, trata-se de deficiências em que a resolução não tem dificuldades técnicas, apenas implicações orçamentais. A actualização do equipamento e dos programas dos laboratórios de computadores envolve verbas relativamente pequenas, mas é impossibilitada pela actual situação económica.

9.3.2. Improvement proposal

In both cases, the resolution has no technical difficulties, just budgetary implications. The upgrade of equipment and programs of the computer labs involves relatively small amounts, but is made impossible by the current economic situation.

9.3.3. Tempo de implementação da medida

Logo que possível.

9.3.3. Implementation time

As soon as possible.

9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.3.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.3.5. Indicador de implementação

Grau de satisfação de estudantes e docentes com a qualidade dos espaços e laboratórios.

9.3.5. Implementation marker

Satisfaction of students and teachers with the quality of spaces and laboratories.

9.4. Pessoal docente e não docente

9.4.1. Debilidades

Os docentes do Departamento de Matemática estão envolvidos na leccionação de unidades curriculares de quase todos os cursos da FCT-UNL, sendo que quase todos os docentes leccionam em simultâneo UC de vários cursos da FCT-UNL. Entretanto, o número de docentes do Departamento de Matemática tem vindo a diminuir, quer devido a aposentações, quer a outras saídas, não tendo sido possível efectuar contratações que compensem totalmente as saídas. Por outro lado, há um número reduzido de Professores Associados e Catedráticos no Departamento de Matemática. A carga docente média é elevada para uma escola de investigação como é o caso da FCT-UNL (mais de 8h semanais de aulas).

9.4.1. Weaknesses

The staff members of the Department of Mathematics are involved in the teaching of courses in almost all programs of FCT-UNL, and almost all teach simultaneously various courses of FCT-UNL. Meanwhile, the number of staff members of the Department of Mathematics has declined, either due to retirement or to other reasons, and it has not been possible to fully compensate these departures. There is a reduced number of Associate and Full Professors in the department. The average teaching work is high for a research school like FCT-UNL (over 8 hours per week).

9.4.2. Proposta de melhoria

Efectuar novas contratações de professores e, muito especialmente, abrir novos lugares de Professores Associados e Catedráticos no Departamento de Matemática.

9.4.2. Improvement proposal

To hire new teaching staff and, especially, to open new positions of Associate Professors and Full Professors in the Department of Mathematics.

9.4.3. Tempo de implementação da medida
Dois anos.

9.4.3. Implementation time
Two years.

9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)
Alta.

9.4.4. Priority (High, Medium, Low)
High.

9.4.5. Indicador de implementação
Redução do número de horas de aulas atribuídas a cada docente semestralmente e do rácio Aluno/Docente (contabilizando todas as unidades curriculares leccionadas pelo Departamento de Matemática).

9.4.5. Implementation marker
Reduction of both the number of teaching hours allocated to each teacher every semester and the ratio student/lecturer (taking into account all the courses taught by the Department of Mathematics).

9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

9.5.1. Debilidades
O número de estudantes ainda é pequeno, em especial nalguns ramos do Mestrado, não permitindo o funcionamento mais apropriado de algumas UC e prejudicando a troca de experiências entre os estudantes.

9.5.1. Weaknesses
The number of students is still small, in special in some profiles of the Master, does not allowing the more appropriate functioning of some unit courses and hampering the experience exchange between the students.

9.5.2. Proposta de melhoria
A mesma de 9.1.2.

9.5.2. Improvement proposal
The same as in 9.1.2.

9.5.3. Tempo de implementação da medida
Como em 9.1.3.

9.5.3. Implementation time
As in 9.1.3.

9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)
Alta.

9.5.4. Priority (High, Medium, Low)
High.

9.5.5. Indicador de implementação
Como em 9.1.5.

9.5.5. Implementation marker
As in 9.1.5.

9.6. Processos

9.6.1. Debilidades

A. O número de estudantes ainda é pequeno, em especial em alguns ramos do Mestrado, não permitindo o funcionamento mais apropriado de algumas UC.

B. A carga docente média é elevada.

9.6.1. Weaknesses

A. The number of students is still small, in special in some profiles of the Master, not allowing the more appropriate functioning of some unit courses.

B. The average teaching work is high.

9.6.2. Proposta de melhoria

A. A mesma de 9.1.2.

B. A mesma de 9.4.2.

9.6.2. Improvement proposal

A. The same as in 9.1.2.

B. The same as in 9.4.2.

9.6.3. Tempo de implementação da medida

A. Como em 9.1.3.

B. Como em 9.4.3.

9.6.3. Implementation time

A. As in 9.1.3.

B. As in 9.4.3.

9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

A. Alta.

B. Alta.

9.6.4. Priority (High, Medium, Low)

A. High.

B. High.

9.6.5. Indicador de implementação

A. Como em 9.1.5.

B. Como em 9.4.5.

9.6.5. Implementation marker

A. As in 9.1.5.

B. As in 9.4.5.

9.7. Resultados

9.7.1. Debilidades

O número de diplomados é muito baixo, em especial em alguns ramos do Mestrado. Isto é essencialmente devido ao baixo número de estudantes que frequentam o Mestrado.

9.7.1. Weaknesses

The number of graduates is low, in special in some profiles of the Master. Essentially, this is due to low number of students enrolled in the program.

9.7.2. Proposta de melhoria

A mesma de 9.1.2.

9.7.2. Improvement proposal

The same as in 9.1.2.

9.7.3. Tempo de implementação da medida

Como em 9.1.3.

9.7.3. Implementation time

As in 9.1.3.

9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.7.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.7.5. Indicador de implementação

Como em 9.1.5.

9.7.5. Implementation marker

As in 9.1.5.

10. Proposta de reestruturação curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

<sem resposta>

10.1.1. Synthesis of the intended changes

<no answer>

10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida

Mapa XI - Nova estrutura curricular pretendida

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

10.1.2.1. Study programme:

Mathematics and Applications

10.1.2.2. Grau:

Mestre

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

<sem resposta>

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

<no answer>

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure			
Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
(0 Items)		0	0

<sem resposta>

10.2. Novo plano de estudos

Mapa XII – Novo plano de estudos

10.2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática e Aplicações

10.2.1. Study programme:

Mathematics and Applications

10.2.2. Grau:

Mestre

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

<sem resposta>

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

<no answer>

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

<sem resposta>

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:

<no answer>

10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units (0 Items)	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)

<sem resposta>

10.3. Fichas curriculares dos docentes

Mapa XIII

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

<sem resposta>

10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

10.3.3. Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

10.3.4. Categoria:

<sem resposta>

10.3.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

<sem resposta>

10.3.6. Ficha curricular de docente:

<sem resposta>

10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)

Mapa XIV

10.4.1.1. Unidade curricular:

<sem resposta>

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

<sem resposta>

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

<no answer>

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

<sem resposta>

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

<no answer>

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

<sem resposta>

10.4.1.5. Syllabus:

<no answer>

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

<sem resposta>

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

<no answer>

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

<sem resposta>

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

<no answer>

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

<sem resposta>

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

<no answer>

10.4.1.9. Bibliografia principal:

<sem resposta>