

ACEF/1314/06777 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de Ensino Superior / Entidade Instituidora:
Universidade De Lisboa

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

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

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 15649/2012, DR n.º 237, 2.ª série, de 7 de dezembro

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:
NA

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:
NA

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):
4 Semestres

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

A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:

A11. Condições de acesso e ingresso:

Os requisitos de acesso são licenciatura em Matemática, Ciências ou Engenharia.

Os candidatos ao Mestrado em Matemática e Aplicações serão seriados pela coordenação do curso tendo em conta os seguintes critérios:

- *afinidade entre o curso que possuem e o curso a que se candidatam;*
- *natureza do grau que possuem;*
- *sucesso escolar no curso que frequentam.*

Nos casos dos candidatos em que se considere que a formação de 1º ciclo não corresponde às competências necessárias para a formação a que se candidatam, poderá o júri de seleção excluir o candidato ou propor a admissão condicionada à frequência e aprovação num conjunto de unidades curriculares propedêuticas.

Mais informação disponível na página do IST na internet (Candidatos/Candidaturas).

A11. Entry Requirements:

The access requisites are a 1st cycle degree in Mathematics, Science or Engineering.

Students applying for the Master Degree in Mathematics and Applications are selected by the coordinator considering the following criteria:

- *affinity between their scientific background and the 2nd cycle programme they are applying for;*
- *nature of the degree they hold;*
- *classifications held along their academic history.*

The selection board can propose the student's conditional admission subject to attendance of a set of mandatory preliminary course units.

Further info available at IST webpage (Prospective Students/Admissions).

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):

Matemática

Matemática Aplicada e Industrial

Matemática da Computação

Probabilidades e Estatística Matemática

Tronco Comum

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

Mathematics

Industrial and Applied Mathematics

Mathematics of Computation

Probability and Mathematical Statistics

Common Branch

A13. Estrutura curricular**Mapa I - Matemática****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):****Matemática****A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Mathematics****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*
Álgebra e Topologia/Algebra and Topology	AlgTop	0	30
Análise Real e Análise Funcional/Real Analysis and Functional Analysis	ARAF	0	22.5
Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos/Differential Equations and Dynamics Systems	EDSD	0	30
Geometria/Geometry	Geom	0	22.5
Físico-Matemática/Physics-Mathematics	FM	0	15
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	12
Transversal/Crosscutting Skills	CT	0	15
Todas as áreas científicas do Departamento de Matemática/All scientific areas of Mathematics Department	ODM	0	30
(8 Items)		0	177

Mapa I - Matemática Aplicada e Industrial**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):****Matemática Aplicada e Industrial****A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Industrial and Applied Mathematics****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*
Análise Numérica e Análise Aplicada/Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	0	52.5
Todas as áreas científicas do Departamento de Matemática/All scientific areas of mathematics department	ODM	0	22.5
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	24

Transversal/Crosscutting Skills (4 Items)	CT	0 0	15 114
--	----	---------------	------------------

Mapa I - Tronco Comum

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):
Tronco Comum

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

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*
Áreas Científicas do Departamento de Matemática/Scientific Areas of Mathematics Department (1 Item)	Diss	42 42	0 0

Mapa I - Matemática da 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):
Matemática da Computação

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

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*
Lógica e Computação/Logic and Computation	LogComp	30	15

Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	21	0
Todas as áreas científicas do Departamento de Matemática/All scientific areas of mathematics department	ODM	0	15
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	12
Competências Transversais/ (5 Items)	CT	0	15
		51	57

Mapa I - Probabilidades e Estatística Matemática

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):
Probabilidades e Estatística Matemática

A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Probability and Mathematical Statistics

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*
Probabilidades e Estatística - Probability and Statistics	PE	0	82.5
Todas as áreas científicas do Departamento de Matemática/All scientific areas of mathematics department	ODM	0	15
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	12
Competências Transversais/Crosscutting Skills (4 Items)	CT	0	15
		0	124.5

Mapa I - Matemática Aplicada 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):
Matemática Aplicada e Computação

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

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*
Análise Real e Análise Funcional/Real Analysis and Functional Analysis	ARAF	0	7.5
Lógica e Computação/Logic and Computation	LogComp	0	15
Análise Numérica e Análise Aplicada/Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	0	15
Probabilidades e Estatística - Probability and Statistics	PE	0	15
Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos/Differential Equations and Dynamics Systems	EDSD	0	7.5
Todas as áreas científicas do Departamento de Matemática/All scientific areas of mathematics department	ODM	0	15
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	18
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	0	15
(8 Items)		0	108

A14. Plano de estudos

Mapa II - Matemática - 1º e 2º Ano / 1 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):

Matemática

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

Mathematics

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º e 2º Ano / 1 semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

1 and 2 year / 1 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	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Combinatória e Teoria dos Códigos/Combinatorics and Coding Theory	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom

Teoria de Sistemas Dinâmicos/Dynamical Systems Theory	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Análise Complexa/Complex Analysis	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Complementos de Álgebra/Complements of Algebra	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Equações Diferenciais Ordinárias/Ordinary Differential Equations	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Equações Diferenciais Parciais/Partial Differential Equations	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Fundamentos de Topologia e Análise Real/Foundations of Topology and Real Analysis	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Fundamentos de Álgebra/Foundations of Algebra	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Geometria Diferencial/Differential Geometry	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Geometria Riemanniana/Riemannian Geometry	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Mecânica Geométrica/Geometric Mechanics	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Opção IST I/Option IST I	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii -deverão ser escolhidos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação do coordenador
Opção IST II/Option IST II	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii-deverão ser escolhidos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação do coordenador
Opção de Doutoramento I/Option Doctoral I	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii- escolher até 30ECTS de UC do 3ºciclo das AC:AlgTop;ARAF;EDSD com aprov coordenador
Opção de Doutoramento II/Option Doctoral II	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii- escolher até 30ECTS de UC do 3ºciclo das AC:AlgTop;ARAF;EDSD com aprov coordenador
Opção de Doutoramento III/Option Doctoral III	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii- escolher até 30ECTS de UC do 3ºciclo das AC:AlgTop;ARAF;EDSD com aprov coordenador
Opção de Doutoramento IV/Option Doctoral IV	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii- escolher até 30ECTS de UC do 3ºciclo das AC:AlgTop;ARAF;EDSD com aprov coordenador
Relatividade Matemática/Mathematical Relativity	FM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Seminário de Investigação e Relatório A/Research Seminar and Report A	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Seminário de Investigação e Relatório B/Research Seminar and Report B	CT	Semestral	84	S-14;OT-7;	3	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Superfícies de Riemann e Curvas Algébricas/Riemann Surfaces and Algebraic Curves	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Grupo de Renormalização/Renormalization Group	FM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom

Topologia Algébrica/Algebraic Topology	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS das seguintes AC - AlgTop;ARAF;EDSD;Geom
Projecto em Modelação Matemática/	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares

(25 Items)

Mapa II - Tronco Comum - 2º ano / 1 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):
Tronco Comum

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

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

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year / 1 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)
Projecto de Investigação em Matemática e Aplicações/Research Project in Mathematics and Applications	Diss	Semestral	336	OT-14;	12	Obrigatória

(1 Item)

Mapa II - Tronco Comum - 2º ano / 2 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):

Tronco Comum

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

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano / 2 Semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year / 2 semestrer

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 de Mestrado em Matemática e Aplicações/Master Dissertation in Mathematics and Applications (1 Item)	Diss	Semestral	840	OT-28;	30	Obrigatória

Mapa II - Matemática Aplicada e Industrial - 1º e 2º Ano / 1 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):
Matemática Aplicada e Industrial

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

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

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
1 and 2 year / 1 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 Numérica/Numerical Analysis	ANAA	Semestral	210	T-42;TP-42;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Análise Numérica Funcional e Optimização/Numerical Functional Analysis and Optimization	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)

Análise Numérica de Equações Diferenciais Parciais/Numerical Analysis of Partial Differential Equations	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Modelação Matemática e Aplicações/Mathematical Modelling and Applications	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Modelos Matemáticos em Biomedicina/Mathematical Models in Biomedicine	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Opção de Doutoramento I/Option Doctoral I	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Opção de Doutoramento II/Option Doctoral II	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i -deverão ser escolhidos pelo menos 30ECTS desta Area Científica (ANAA)
Opção DM I/Option DM I	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - deverão ser escolhidos pelo menos 15 ECTS das seguintes Areas Científicas - ARAF; EDSD;PE
Opção DM II/Option DM II	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - deverão ser escolhidos pelo menos 15 ECTS das seguintes Areas Científicas - ARAF; EDSD;PE
Opção DM III/Option DM III	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - deverão ser escolhidos pelo menos 15 ECTS das seguintes Areas Científicas - ARAF; EDSD;PE
Opção IST I/Option IST I	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii - deverão ser escolhidos pelo menos 12 ECTS das seguintes AC-CGM;CAII;SDC;MEC;MEE;Tele.
Opção IST II/Option IST II	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii - deverão ser escolhidos pelo menos 12 ECTS das seguintes AC-CGM;CAII;SDC;MEC;MEE;Tele.
Opção IST III/Option IST III	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iv-deverão ser escolhidos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação do coordenador
Opção IST IV/Option IST IV	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iv-deverão ser escolhidos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação do coordenador
Seminário de Investigação e Relatório A/Research Seminar and Report A	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção v - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Projecto em Modelação Matemática/ Project in Mathematical Modeling	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção v - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Seminário de Investigação e Relatório B/Research Seminar and Report B	CT	Semestral	84	S-14;OT-7;	3	Opção v - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares

(17 Items)

Mapa II - Matemática da Computação - 1º e 2º Ano / 1 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):

Matemática da Computação

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**Mathematics of Computation****A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º e 2º Ano / 1 semestre****A14.4. Curricular year/semester/trimester:****1 and 2 year / 1 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)
Fundamentos de Lógica e Teoria da Computação/Foundations of Logic and Theory of Computation	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Obrigatória
Criptografia e Protocolos de Segurança/Cryptography and Security Protocols	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Obrigatória
Lógica e Verificação de Modelos/Logic and Model Checking	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Obrigatória
Algoritmos em Estruturas Discretas/Algorithms for Discrete Structures	MTP	Semestral	168	T-42;PL-21;	6	Obrigatória
Desenvolvimento e Verificação de Software/Software Development and Verification	MTP	Semestral	210	T-42;PL-21;	7.5	Obrigatória
Computabilidade e Complexidade/Computability and Complexity	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Obrigatória
Algoritmos Avançados/Advanced Algorithms	MTP	Semestral	210	T-42;TP-21;	7.5	Obrigatória
Opção de Doutoramento I/Option Doctoral I	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i- escolher até 15ECTS de UC do 3ºciclo da AC de LogComp com aprov coordenador
Opção de Doutoramento II/Option Doctoral II	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i- escolher até 15ECTS de UC do 3ºciclo da AC de LogComp com aprov coordenador
Opção DM I/Option DM I	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - escolher pelo menos 15ECTS de UC das AC do Dept. Matemática com aprov coordenador
Opção DM II/Option DM II	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - escolher pelo menos 15ECTS de UC das AC do Dept. Matemática com aprov coordenador
Opção IST I/Option IST I	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação coordenador
Opção IST II/Option IST II	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação coordenador
Seminário de Investigação e Relatório A/Research Seminar and Report A	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Projecto em Modelação Matemática/Project in Mathematical Modeling	CT	Semestral	168	S-28;OT-14;	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares

Seminário de Investigação e Relatório
B/Research Seminar and Report B

CT

Semestral 84

S-14;OT-7;

3

Opção iv - o aluno poderá
inscrever-se a uma destas
unidades curriculares

(16 Items)

Mapa II - Probabilidades e Estatística Matemática - 1º e 2º Ano / 1 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):****Probabilidades e Estatística Matemática****A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Probability and Mathematical Statistics****A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º e 2º Ano / 1 semestre****A14.4. Curricular year/semester/trimester:****1 and 2 year / 1 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 de Modelos Lineares/Linear Model Analysis	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Análise Multivariada/Multivariate Analysis	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Fiabilidade e Controlo de Qualidade/Reliability and Quality Control	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Métodos Estatísticos em Data Mining/Statistical Methods in Data Mining	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Teoria da Probabilidade/Probability Theory	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Estatística Biomédica/Biomedical Statistics	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Estatística Matemática/Mathematical Statistics	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Introdução aos Processos Estocásticos/ Introduction to Stochastic Processes	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)

Introdução a Matemática Financeira/Introduction to Mathematical Finance	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Opção de Doutoramento I/Option Doctoral I	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Opção de Doutoramento II/Option Doctoral II	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção i - deverão ser escolhidos pelo menos 45ECTS desta Area Científica (PE)
Opção DM I/Option DM I	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - escolher pelo menos 15ECTS de UC das AC do Dept. Matemática com aprov coordenador
Opção DM II/Option DM II	ODM	Semestral	210	T-56;	7.5	Opção ii - escolher pelo menos 15ECTS de UC das AC do Dept. Matemática com aprov coordenador
Opção IST I/Option IST I	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação coordenador
Opção IST II/Option IST II	OL	Semestral	168	n.a.	6	Opção iii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS de todas as AC do IST com aprovação coordenador
Seminário de Investigação e Relatório A/Research Seminar and Report A	CT	Semestral	168	S-28;OT-14	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Projecto em Modelação Matemática/Project in Mathematical Modeling	CT	Semestral	168	S-28;OT-14	6	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Seminário de Investigação e Relatório B/Research Seminar and Report B (18 Items)	CT	Semestral	84	S-14;OT-7;	3	Opção iv - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares

Mapa II - Matemática Aplicada e Computação - 1º e 2º Ano / 1º 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):

Matemática Aplicada e Computação

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

Applied Mathematics and Computation

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º e 2º Ano / 1º semestre

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

1 and 2 Year / 1 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 PE I/Option PE I	PE	Semestral	210	T-56	7.5	Opção i-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Probabilidades Estatística (PE)
Opção PE II/Option PE II	PE	Semestral	210	T-56	7.5	Opção i-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Probabilidades Estatística (PE)
Opção LogComp I/Option LogCom I	LogComp	Semestral	210	T-56	7.5	Opção ii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Log.eComputação(LogComp)
Opção LogComp II/Option LogCom II	LogComp	Semestral	210	T-56	7.5	Opção ii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Log.eComputação(LogComp)
Opção ANAA I/Option ANAA I	ANAA	Semestral	210	T-56	7.5	Opçãoiii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Anál.Numér.e Anál.Aplicada(ANNA)
Opção ANAA II/Option ANAA II	ANAA	Semestral	210	T-56	7.5	Opçãoiii-deverão ser escolhidos pelo menos 12ECTS da Área Cientí.de Anál.Numér.e Anál.Aplicada(ANNA)
Opção ESDS I/Option ESDS I	ESDS	Semestral	210	T-56	7.5	Opção iv-deverão ser escolhidos pelo menos 7.5ECTS da Área Cientí.de Equac.Dif.Sist.Dinâmicos(ESDS)
Opção ARAF/Option ARAF	ARAF	Semestral	210	T-56	7.5	Opção v-deverão ser escolhidos pelo menos 7.5ECTS da Área Cientí.Anal.RealAnal.Funcional (ARAF)
Opção DM I/Option DM I	ODM	Semestral	210	T-56	7.5	Opção vi-deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS da Área Cientí.do DeptMat.IST, c/aprov.coordenação
Opção DM II/Option DM II	ODM	Semestral	210	T-56	7.5	Opção vi-deverão ser escolhidos pelo menos 15ECTS da Área Cientí.do DeptMat.IST, c/aprov.coordenação
Opção IST I/Option IST I	OL	Semestral	168	n.a	6	Opção vii-deverão ser escolhidos pelo menos 18ECTS todas áreas Cientí.do IST, com aprov.coordenação
Opção IST II/Option IST II	OL	Semestral	168	n.a	6	Opção vii-deverão ser escolhidos pelo menos 18ECTS todas áreas Cientí.do IST, com aprov.coordenação
Opção IST III/Option IST III	OL	Semestral	168	n.a	6	Opção vii-deverão ser escolhidos pelo menos 18ECTS todas áreas Cientí.do IST, com aprov.coordenação
Seminário de Investigação e Relatório A/Research Seminar and Report A	CT	Semestral	168	S-28;OT-14	6	Opção viii - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Projecto em Modelação Matemática/Project in Mathematical Modeling	CT	Semestral	168	S-28;OT-14	6	Opção viii - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares
Seminário de Investigação e Relatório B/Research Seminar and Report B	CT	Semestral	84	S-14;OT-7	3	Opção viii - o aluno poderá inscrever-se a uma destas unidades curriculares

(16 Items)**Perguntas A15 a A16****A15. Regime de funcionamento:**
Diurno**A15.1. Se outro, especifique:**
Não aplicável.

A15.1. If other, specify:

Not applicable.

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)

Miguel Tribolet de Abreu e Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

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 - Não aplicável. / Not applicable.

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

Não aplicável. / Not applicable.

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.

Não aplicável.

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

Not applicable.

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:

*Instituto Superior Técnico
Campus Alameda
Av. Rovisco Pais, nº 1
1049 - 001 Lisboa*

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

[A19._Regulamento de Creditação de formações UTL.pdf](#)

A20. Observações:

O perfil Matemática Aplicada e Computação está a ser considerado apenas para alunos com inscrições no plano de estudos anterior. As novas inscrições não admitem este perfil.

Na secção A, ponto 14 - Plano de estudos - Mapas II - decidiu-se atribuir às UC de Opção Livre 168 horas de trabalho e 6 ECTS, já que o sistema não aceita valores "0". No entanto estes valores podem variar consoante a UC escolhida pelo aluno.

Na secção 4, ponto 7.1.1., a plataforma aceita apenas números, razão pela qual aparece "100" em vez de "não disponível".

A20. Observations:

The profile Applied Mathematics and Computation is only available for students enrolled in the previous study plan.

In chapter A, section 14 - Study plan - Maps II, it was decided to distribute 168 working hours and 6 ECTS to the Curricular Unit of Free Option as the platform does not accept values less than "0". However these values can vary according to the Curricular Unit chosen by the student.

In 7.1.1, section 4, it is worth noting that the platform only accepts numbers; that is why '100' appears instead of "not available".

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 objetivos gerais a formação avançada em diversos domínios da matemática pura e aplicada, incluindo análise funcional, análise numérica, criptografia, data mining, equações diferenciais e sistemas dinâmicos, física-matemática, geometria algébrica e diferencial, lógica e computação, matemática financeira, optimização, processos estocásticos e topologia algébrica, assim como a iniciação à investigação num destes domínios ou iniciação à resolução de problemas de natureza matemática em ambiente

industrial ou empresarial.

Para além da preparação de quadros qualificados para setores da indústria e serviços de forte incidência científica e tecnológica, a formação ministrada potencia também o prosseguimento de estudos de 3º ciclo, quer em matemática, quer noutras áreas da ciência e engenharia, onde uma formação sólida em matemática é fundamental.

1.1. study programme's generic objectives.

The generic objectives of the MSc in Mathematics and Applications (MMA) are the advanced training in several domains of pure and applied mathematics, including algebraic and differential geometry, algebraic topology, cryptography, data mining, differential equations and dynamical systems, financial mathematics, functional analysis, logic and computation, mathematical physics, numerical analysis, optimisation, and stochastic processes, as well as the introduction to research in one of these domains or introduction to problem solving of mathematical nature in business or industry.

This study programme aims at providing highly qualified professionals for scientifically and technologically demanding sectors of industry and services, as well as the background needed by prospective PhD students, not only in mathematics, but also in other areas of science and engineering, where mathematics plays an essential role.

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

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 7560/2009 publicado em Diário da República de 13 de Março de 2009, “É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.” Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; promove a difusão da cultura e a valorização social e económica do conhecimento científico e tecnológico; procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.

O MMA visa a formação de quadros qualificados para setores da indústria e serviços de forte incidência científica e tecnológica, tirando partido da diversidade da oferta curricular no IST e da capacidade e experiência em investigação dos docentes envolvidos no curso. A formação ministrada potencia também o prosseguimento de estudos de 3º ciclo, onde competências e conhecimentos sólidos em matemática são fundamentais. Como tal, os objetivos do programa enquadraram-se perfeitamente na missão e na estratégia do IST.

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

As laid down in No. 1 of Article 3 of IST statutes, adopted by Order 9523/2012 published in the Official Journal of 13 July 2012, “As an institution that aspires to be prospective in Higher Education, the mission of IST shall be to ensure constant innovation and consistent progress of the knowledge-based society, culture, science and technology within a framework of humanistic values.” As laid down in No. 2 of the same article, in fulfilling its mission, IST shall favour scientific research, instruction, with emphasis on post-graduate education and lifelong learning and technological development; promote the dissemination of culture and the social and economic valorisation of scientific and technological knowledge; seek to contribute to the competitiveness of the Portuguese economy through technological transfer, innovation and furtherance of entrepreneurship; enforce social responsibility when providing its scientific and technical services and supporting the integration of its graduates in the labour market and their constant training. The MSc in Mathematics and Applications aims at training highly qualified professionals for scientifically and technologically demanding sectors of industry and services, taking advantage of the diverse course offer in IST and of the capacity and experience in research of the teachers involved in the programme. The training also provides the mathematical knowledge and skills for proceeding 3rd cycle studies where a strong background in mathematics is essential. As such, the objectives of MMA fit perfectly in the mission and long-term strategy of IST.

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

A divulgação é feita essencialmente através das páginas web do IST e do Departamento de Matemática (DM). A página do MMA (IST/Organização/Unidades académicas/Departamento de Matemática/MMA), contém informação atualizada sobre os objectivos, as condições de acesso, a estrutura curricular e as disciplinas deste programa.

Os coordenadores do curso reúnem com os regentes das disciplinas e os delegados de curso para preparar e avaliar o funcionamento de cada semestre e recebem os estudantes para elaborar e atualizar os seus planos de estudos, em consonância com os objetivos do curso.

O DM organiza eventos, como por exemplo, a Escola de Inverno de Matemática, que permitem fazer a divulgação do MMA junto de estudantes de Matemática, Ciência e Engenharia.

Há ainda a referir a divulgação de informação sobre o MMA na imprensa, onde os objetivos do ciclo de estudo são mencionados.

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

The dissemination is made primarily through the web pages of IST and Department of Mathematics. The page of MMA (IST/Organization/Academic Units/Department of Mathematics/MMA) contains updated information about the objectives,

admission requirements, programme syllabus and subjects.

The degree coordinator holds a meeting with the faculty and the class representatives of the MSc programme at the beginning of each semester, and meets on a regular basis with students in order to prepare and update their study plans, in line with the MMA objectives.

The Department of Mathematics organizes events such as the Winter School of Mathematics, which allows for disseminating the MMA to students holding a 1st cycle degree in mathematics, science or engineering.

In addition, the objectives of the MMA programme are mentioned in the national press.

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.

Como definido no Guia Académico dos cursos de 1º e 2º ciclo, a coordenação dos ciclos de estudo (CE) no IST encontra-se cometida a estruturas próprias, relacionadas com as unidades e estruturas de ensino e de ID&I, compreendendo Coordenadores de Curso. Junto do Coordenador de curso funciona uma Comissão Científica e uma Pedagógica, a qual integra representantes dos alunos, visando assessorá-lo no acompanhamento científico e pedagógico do curso.

A criação, extinção ou alteração de CE tem procedimentos aprovados pelo IST disponíveis na página WEB do Conselho de Gestão. Os Departamentos ou Estruturas elaboram propostas e remetem-nas ao Presidente. Os processos passam pelos vários órgãos da escola (CC,CP,CG,CE) terminando com a aprovação, ou não, do Reitor.

A distribuição do serviço docente é proposta pelos Departamentos, aprovada pelo CC e homologada pelo Presidente do IST. As normas e mecanismos estão definidos no Regulamento de Prestação de Serviço dos Docentes do IST.

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.

As referred in the 1st and 2nd cycle Academic Guide, the coordination of the IST's programs is carried out by specific structures, along with the teaching and RD&I units, comprising Program Coordinators. The former closely cooperates with a Scientific and a Pedagogical Committee, which includes students' representatives, with the purpose of assisting him/her under the scope of the scientific and pedagogical objectives of the program.

The creation, closure or change of SC is subject to the procedures adopted by the IST and area available on the webpage of the Management Board. The Departments or Structures elaborate proposals and deliver them to the President and the different IST's bodies analyse them, which are finally adopted or rejected by the Rector.

The teaching staff service distribution is proposed by the Departments, adopted by the SC and approved by the President of IST. The provisions and mechanisms are defined in the IST's Teaching Staff Service Regulations.

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.

A participação ativa destes elementos na gestão da qualidade do CE está assegurada de várias formas, sendo exemplo disso a Comissão Pedagógica (CP) de curso (que para além do coordenador, inclui na sua constituição os alunos delegados de cada ano e uma representação de vários docentes) e o Regulamento de Avaliação de Conhecimentos e Competências onde se prevê a clarificação de todos os aspetos relacionados com a atividade letiva, e que conta com uma participação da CP no processo de preparação de cada semestre. Mais adiante serão ainda explanadas outras formas de contribuição dos estudantes e docentes no processo de gestão da qualidade do CE, referindo-se como exemplo alguns inquéritos lançados regularmente tais como o inquérito de avaliação da Qualidade das UC (QUC), cujo regulamento prevê a auscultação também dos docentes e delegados e inquérito de avaliação do percurso formativo dos alunos finalistas, cujos resultados são incorporados num relatório Anual de Autoavaliação de cada CE (R3A).

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.

The active participation of these elements in the quality management process of the CE can be ensured in different ways, for example, through the Pedagogical Committee which, in addition to the programme coordinator, includes students' and teachers' representatives, and through the Knowledge and Skills Assessment Regulations, which provides for the clarification of all aspects related to the academic activity and counts on an active participation of the Pedagogical Committee in the preparation of each academic semester.

Other forms of contribution from students and teachers in the CE quality management process will be provided below. For example some regular surveys, such as the QUC survey, whose regulations provides for the consultation of teachers and students' representatives and the final-year students path survey, whose results are included in a Self-Assessment report (R3A).

2.2. Garantia da Qualidade

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

Nos últimos anos o IST assumiu como objetivo estratégico da escola o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade (SIQuIST), com o objetivo de promover e valorizar a cultura de qualidade desenvolvida no IST, com a institucionalização de um conjunto de procedimentos que imprimam a melhoria contínua e o reajustamento, em tempo real, dos processos internos. O modelo abrange as 3 grandes áreas de atuação do IST-Ensino, ID&I, e transferência de tecnologia, assumindo-se como áreas transversais os processos de governação, gestão de recursos e internacionalização da escola. No Ensino estão instituídos vários processos de garantia da qualidade, destacando-se: o Guia Académico, Programa de Tutorado, QUC (subsistema de garantia de qualidade das unidades curriculares), e R3A (Relatórios anuais de autoavaliação) que incluem indicadores decorrentes do desenvolvimento de inquéritos e estudos vários. A funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos, está em curso a extensão destes dois últimos ao 3º ciclo.

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

Over the last years, the IST has invested in the development of an Integrated Quality Management System (SIQuIST), with the ultimate purpose of promoting and enhancing the culture of quality developed at the IST, with the institutionalization of a set of procedures leading to continuous improvement and readjustment, in real time, of internal procedures. It covers IST's 3 large areas of action - Teaching, RD&I, and Technology Transfer activities reaching out to society – establishing the processes of governance, resource management and internationalization as crosscutting areas.

The area “Education” provides several quality ensurance processes, among which the Academic Guide, the Tutoring Programme, the QUC (quality assurance sub-system for course units) which include indicators arising from the development of surveys and different studies. It became fully operational for 1st and 2nd cycles and the extension of these two cycles to the 3rd cycle is being analysed.

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

A coordenação e gestão do SIQuIST cabe ao Conselho para a Gestão da Qualidade da instituição (CGQ), o qual é dirigido pelo Presidente do IST, ou pelo membro do CGQ em quem este delegar essas competências.

Compete ao CGQ, no quadro do sistema nacional de acreditação e avaliação, nos termos da lei e no respeito pelas orientações emanadas pelos órgãos do IST, propor e promover os procedimentos relativos à avaliação da qualidade a prosseguir pelo IST no âmbito das atividades de ensino, I&DI, transferência de tecnologia e gestão, bem como analisar o funcionamento do SIQuIST, elaborar relatórios de apreciação e pronunciar-se sobre propostas de medidas de correção que considere adequadas ao bom desempenho e imagem da Instituição.

Para além do Presidente do IST integram o CGQ: um membro do Conselho Científico, um docente e um aluno do Conselho Pedagógico, os Coordenadores da Áreas de Estudos e Planeamento e de Qualidade e Auditoria Interna, e o Presidente da Associação de Estudantes do IST.

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

The SIQuIST is coordinated and managed by the institution's Quality Management Council (CGQ), which is chaired by the President of IST, or by the member of the CGQ to whom he delegates that power.

Under the national accreditation and evaluation framework and under the law and in compliance with the guidelines issued by the IST's bodies, the CGQ is responsible for proposing and promoting the procedures regarding the quality evaluation to be pursued by the IST under its activities of teaching, R&DI, technology transfer and management, as well as analyzing how the SIQuIST works, elaborating assessment reports and giving an opinion on proposals of corrective measures deemed fit to the sound performance and image of the institution.

The CHQ comprises the President of IST, a member of the Scientific Board, a teacher and a student of the Pedagogical Council, the Coordinators of the Planning and Studies and Internal Quality and Audit Offices and the President of Students' Association of IST.

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

A principal fonte de informação para todos os processos de acompanhamento e avaliação periódica dos CE é o sistema de informação e gestão Fénix, complementado com informação recolhida através de inquéritos à comunidade académica, e outras fontes externas à instituição quando necessário.

O acompanhamento e avaliação periódica dos cursos são feitos através dos mecanismos descritos em 2.2.1, destacando-se os R3A que se traduzem num pequeno documento de publicação anual onde se sintetizam indicadores considerados representativos de três momentos distintos – Ingresso, Processo Educativo e Graduação – que permitem uma visão global e objetiva do curso num determinado ano.

Os R3A, a funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos estando em curso a extensão ao 3º ciclo, permitem uma visão global e a identificação dos aspetos críticos e constrangimentos de cada curso num determinado ano, e estão na base de um relatório síntese anual das atividades das coordenações de curso.

2.2.3. Procedures for the collection of information, monitoring and periodic assessment of the study programme.

The main source of information for all periodic follow-up and assessment processes of the study cycles is the Fénix information and management system, complemented with information obtained through academic surveys and other

external sources, when necessary. The periodic follow-up and assessment processes of the programmes are carried out through mechanisms described in paragraph 2.2.1, of which the R3A are worth of note, which consist of a small, annually published document that summarizes the indicators deemed representative of three distinct stages— Admission, Educational Process and Graduation—which allow for a global and objective view of the programme in a certain year. Fully operational in the 1st and 2nd cycles, the R3A extension to the 3rd cycle is underway. These reports allow an overview and the identification of the critical aspects and constraints of each programme in a certain year and constitute the basis for a summary report of the activities of every course coordination board.

2.2.4. Ligação facultativa para o Manual da Qualidade

<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1099487/1/Manual%20da%20Qualidade%20IST%20V00-29-05-2012-1.pdf>

2.2.5. Discussão e utilização dos resultados das avaliações do ciclo de estudos na definição de acções de melhoria.

O MMA no seu formato pós-Bolonha foi acreditado preliminarmente pela A3ES em 2010, sem qualquer tipo de condição e/ou recomendação.

2.2.5. Discussion and use of study programme's evaluation results to define improvement actions.

The MMA in the post-Bologna model was accredited preliminarily by A3ES in 2010, without any condition and / or recommendation.

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

O MMA teve origem na Licenciatura pré-Bolonha em Matemática Aplicada e Computação, curso com a duração de 5 anos, que passou pelos seguintes processos de avaliação:

Entidade Avaliadora: CNAVES-Conselho Nacional de Avaliação do Ensino Superior

Natureza: Avaliação

Ano: 2001

Entidade Avaliadora: FUP-Fundação das Universidades Portuguesas

Natureza: Avaliação

Ano: 1998

2.2.6. Other forms of assessment/accreditation in the last 5 years.

The MMA originated from the pre-Bologna five-year degree programme LMAC, a program that underwent evaluation by:

Assessing Authority: CNAVES-Conselho Nacional de Avaliação do Ensino Superior

Type: Assessment

Year: 2001

Assessing Authority: FUP-Fundação das Universidades Portuguesas

Type: Assessment

Year: 1998

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 (m2)
33 Salas de aula/33 Classrooms	1947.5
7 Anfiteatros de ensino/7 Lecture halls	623
3 Salas de informática/3 Computer rooms	153.5
1 Biblioteca/1 Library	89.2
11 Salas de estudo/11 Study rooms	712.2
4 Salas de reuniões/4 Meeting rooms	200.2

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
Equipamento de video-conferência/Equipamento de video-conferência	1
Computador Pessoal/Computador Pessoal	26

3.2 Parcerias

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

O IST é membro efetivo do CLUSTER, rede que integra um conjunto de universidades Europeias de prestígio que promovem uma elevada qualidade no ensino e na investigação. Um convénio sobre reconhecimento mútuo de graus académicos permite aos alunos de qualquer uma das escolas prosseguirem estudos noutra escola do consórcio. Através de vários programas de mobilidade, o IST oferece aos alunos a possibilidade de estudarem 1 ou 2 semestres no estrangeiro. Estes estudos podem ser feitos na Europa ao abrigo do Programa ERASMUS (26 acordos em Matemática), no Brasil (7 acordos) e noutros países da América Latina através do Programa SMILE (9 acordos). O Programa TIME (6 acordos) permite a obtenção de diplomas de duplo grau. A Universidade de Lisboa, através do MMA, é centro educacional provisório do ECMI, consórcio de instituições académicas Europeias, empresas e indústrias que promovem o uso da matemática em atividades de importância social ou económica e a formação de matemáticos industriais.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

IST is an effective member of CLUSTER, a network that integrates a number of European universities of prestige that promote a high quality in teaching and research. An agreement on mutual recognition of academic degrees, allows the students of any of the schools to continue their studies at another school in the consortium. Through various programs of mobility, IST offers its students the opportunity to study one or two semesters abroad. These studies can be made in Europe under the ERASMUS Program (26 agreements), in Brazil (7 agreements) and other Latin America countries through the SMILE Program (9 agreements). The Program TIME (6 agreements) allows to obtain double degree diplomas. The University of Lisbon, through MMA, is a provisional ECMI educational teaching center. ECMI is a consortium of academic institutions and industrial companies that promote the use of mathematical models in activities of social or economic importance, and the training of industrial mathematicians.

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

Desde o seu início, o MMA foi concebido de modo a tirar partido do rico enquadramento multidisciplinar em ciência, engenharia e aplicações proporcionado pelo IST. Assim, o MMA partilha algumas das suas UCs com outros CE do IST, nomeadamente o MEIC-A, o MEBiom, o MBiotec, o DEASegInf e DEAEngCmp. O plano curricular do MMA inclui um conjunto de UCs opcionais em áreas científicas da Engenharia. O IST oferece aos alunos do 2º ciclo a possibilidade de estudarem 1 semestre numa universidade nacional que faça parte do Programa Almeida Garrett. Trata-se de um programa de mobilidade interna de estudantes que visa promover a qualidade e reforçar a dimensão nacional do Ensino Superior. Só poderá ocorrer no 2º semestre, com a duração desse semestre, correspondendo no máximo a 30 Créditos ECTS. Há ainda a referir a existência de um protocolo entre o IST e a Faculdade de Ciências de Lisboa estabelece condições para a partilha de disciplinas ao nível do mestrado e doutoramento em matemática.

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

Since its very beginning, this cycle of studies was designed so that it could profit from the rich cross-field environment in science, engineering and its applications available at IST. Thus, MMA shares some CUs with other SC offered by IST, namely MEIC-A, MEBiom, MBiotec, DEASegInf and DEAEngCmp. The curricular plan of MMA includes a set of optional CUs in scientific areas in Engineering. Almeida Garrett is a national mobility programme for students in public institutions. Its aim is to promote the quality and reinforce the national dimension of the Higher Education System, allowing the mobility of students for 1 semester period, which will correspond to a maximum of 30 ECTS Credits. The mobility period for the 2nd cycle students takes place in the 2nd semester and only during that period. In addition, an agreement between IST and the Faculty of Sciences of Lisbon establishes conditions for sharing some course units at the level of the master and doctoral programmes in Mathematics.

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

Algumas UCs permitem a resolução de problemas da vida real, de experiências da realidade das empresas e do mundo

do trabalho, e de experiências internacionais. Por exemplo, no âmbito da UC Projeto em Modelação Matemática, podem ser concretizadas colaborações com empresas e instituições de investigação nacionais que sugiram temas para projetos. O Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações e a Dissertação de Mestrado podem também ser realizados em colaboração com essas instituições.

Ao nível da cooperação com outras instituições de ensino superior, é encorajada a participação dos estudantes nos programas de mobilidade oferecidos pelo IST, assim como a participação nas atividades de modelação matemática organizadas pelo ECMI. Estas atividades têm associados créditos ECTS que, no caso de aprovação, podem ser atribuídos nas UCs Seminário de Investigação e Relatório A e B.

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

Some curricular units allow students to develop skills of teamwork and real-world problems solving, and provide them with the possibility of learning from experience in companies and international events. In this context, several collaborations with national companies and research institutes have been established.

Such inter-institutional collaborations can be carried out, for example, within the UC Project in Mathematical Modeling. The Research Project in Mathematics and Applications and the Master Thesis may also be carried out in collaboration these institutions.

Concerning the cooperation with other institutions of the higher education system, mobility is encouraged, as well as the participation in the mathematical modeling activities organized by ECMI. The ECTS credits corresponding to the modeling activities may be assigned in the CUs Research Seminar and Report A and B.

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

Para promover o relacionamento entre o ciclo de estudos e o exterior, são convidados representantes de empresas para dar seminários sobre temas relevantes da atualidade que se enquadrem nas áreas de estudo do MMA.

Para além disso, no âmbito das UCs Projeto em Modelação Matemática, Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações e Dissertação de Mestrado, têm sido estabelecidas diversas colaborações com o tecido empresarial e o setor público, as quais permitem aos alunos resolver problemas de natureza matemática em ambiente empresarial e industrial. Na página web do MMA (IST/Organização/Unidades académicas/Departamento de Matemática/MMA) estão disponíveis vários temas de dissertação propostos por empresas e instituições de investigação.

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

In order to promote the relationship of the study programme with business network and the public sector, specialists are invited to give talks about actual and relevant subjects falling within the areas of study of MMA.

In addition, within the CUs Project in Mathematical Modeling, Research Project in Mathematics and Applications and Master Thesis in Mathematics and Applications, several collaborations have been established which allow students to solve problems of mathematical nature in business or industry. In the web page of MMA (IST/Organization/Academic Units/Department of Mathematics/ MMA) several dissertation topics proposed by companies and research institutions are available.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - João Filipe Quintas dos Santos Rasga

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

João Filipe Quintas dos Santos Rasga

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 Cristina Carvalho de Aguiar Câmara

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

Maria Cristina Carvalho de Aguiar Câmara

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 - Catarina Vilar Campos de Carvalho

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

Catarina Vilar Campos 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 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 - Henrique Manuel dos Santos Silveira de Oliveira

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

Henrique Manuel dos Santos Silveira 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 - João Paulo Fernandes Teixeira

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

João Paulo Fernandes Teixeira

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 Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente

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

Ana Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente

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 do Rosário de Oliveira Silva

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

Maria do Rosário de Oliveira 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 - Luís Manuel Gonçalves Barreira

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

Luís Manuel Gonçalves Barreira

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 - Maria Cristina Sales Viana Seródio Sernadas

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

Maria Cristina Sales Viana Seródio Sernadas

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 - Nuno Miguel Matos Ramos Martins

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

Nuno Miguel Matos Ramos 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 - Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e 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 - Jaime Arsénio de Brito Ramos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jaime Arsénio de Brito Ramos

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 Armindo Arango Florentino**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Carlos Armindo Arango Florentino***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 - Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho***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 - Paulo Jorge da Rocha Pinto****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Jorge da Rocha Pinto***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 - Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Gabriel Czerwionka Lopes 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 Catedrático convidado 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 - Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar Gomes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar 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 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 - Maria Joana Mendes Bordalo Ventura****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Joana Mendes Bordalo Ventura***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 - Alexandre José Malheiro Bernardino**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Alexandre José Malheiro Bernardino

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 Luís Pimentel Nunes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Luís Pimentel Nunes

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 - Juha Hans Videman**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Juha Hans Videman

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 da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto

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 Alves Martins Rodrigues**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Pedro Alves Martins 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 - Carlos José Santos Alves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Carlos José Santos Alves

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 - João Paulo Marques da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Paulo Marques 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 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 - Paulo Alexandre Carreira Mateus

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Alexandre Carreira 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 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 da Conceição Esperança Amado

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria da Conceição Esperança Amado

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 - Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos 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 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 - Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

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 João Cabral Morais

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

Manuel João Cabral Morais

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 - Alexandre Paulo Lourenço Francisco**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Alexandre Paulo Lourenço Francisco

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 - José António Maciel Natário**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José António Maciel Natário

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 - Giovani Loiola da Silva

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

Giovani Loiola 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 - Luis Manuel Silveira Russo

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

Luis Manuel Silveira Russo

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 Daniel Mimoso Paulino

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

Carlos Daniel Mimoso Paulino

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 - Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja

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 - Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart

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 - José Félix Gomes da Costa**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Félix Gomes 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](#)**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
João Filipe Quintas dos Santos Rasga	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Cristina Carvalho de Aguiar Câmara	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Catarina Vilar Campos de Carvalho	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Henrique Manuel dos Santos Silveira de Oliveira	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Paulo Fernandes Teixeira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário de Oliveira Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Cristina Sales Viana Seródio Sernadas	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Matos Ramos Martins	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jaime Arsénio de Brito Ramos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Armindo Arango Florentino	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Jorge da Rocha Pinto	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso	Doutor	FISICA	100	Ficha submetida
Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar Gomes	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Joana Mendes Bordalo Ventura	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alexandre José Malheiro Bernardino	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Luís Pimentel Nunes	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Juha Hans Videman	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto	Doutor	MATEMÁTICA	100	Ficha submetida
Pedro Alves Martins Rodrigues	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos José Santos Alves	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Paulo Marques da Silva	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Carreira Mateus	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Esperança Amado	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Manuel João Cabral Morais	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alexandre Paulo Lourenço Francisco	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José António Maciel Natário	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Giovani Loiola da Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luis Manuel Silveira Russo	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos Daniel Mimoso Paulino	Doutor	Estatística	100	Ficha submetida

Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Félix Gomes da Costa	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
			3800	

<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

38

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)

100

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

37

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)

97,4

4.1.3.3.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor

38

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)

100

4.1.3.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano

<sem resposta>

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)

<sem resposta>

4.1.3.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)

<sem resposta>

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)

<sem resposta>

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
A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico (RADIST)" (Despacho Reitoral n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e nos períodos estipulados por Lei. Permite a avaliação quantitativa da actuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflecte-se, nomeadamente, sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª

Série, N.º 130 de 8 de Julho). O Conselho Coordenador da Avaliação do Docentes (CCAD) do IST, no exercício das competências previstas no RADIST, elaborou um relatório sobre as avaliações de desempenho dos docentes relativas aos períodos 2004-2007 e 2008-2009 que já foram realizadas. Este relatório que fornece ampla informação sobre as avaliações realizadas, respeitando escrupulosamente o princípio da confidencialidade dos resultados da avaliação de cada docente estabelecido no artigo 30º do RADIST, foi objecto de discussão nos diferentes Órgãos do IST. Em resultado desta discussão, da experiência adquirida nas avaliações anteriores e das audiências sindicais, que foram efectuadas nos termos previstos na lei, foram produzidas actualizações do RADIST que foram aprovadas pelos Órgãos competentes do IST e que publicadas em Diário da República em 2013 (Despacho Reitoral no. 262/2013, DR 2ª Série, N.º 4 de 7 de Janeiro de 2013). Como parte do processo de melhoria contínua, o Conselho Científico designou uma comissão eventual para se debruçar sobre possíveis melhorias a implementar durante o quadriénio 2013-2016, devidamente alinhadas com os objectivos estratégicos do IST.

Paralelamente, a avaliação das actividades pedagógicas é efectuada recorrendo ao Sistema de Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares. Este sistema baseia-se na realização de inquéritos pedagógicos aos alunos, na avaliação por parte de coordenadores de curso e delegados de curso, na realização de auditorias de qualidade e na elaboração de códigos de boas práticas.

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

The performance assessment of IST teaching-staff relies on the multicriterion system defined in the “Performance bylaw of the IST Teaching-staff” (Rectorial Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied individually to each teacher during the periods established by law. The quantitative assessment of the teaching staff performance is reflected in different strands, namely, on the allocation of teaching tasks that is governed by the Rectorial Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July). Pursuant to the powers and responsibilities conferred upon it under the RADIST, the Coordinating Board for Teacher Evaluation (CCAD) elaborated a teachers’ performance report for the periods 2004-2007 and 2008-2009, which were already carried out. This report, which provides extensive information on such evaluations, with scrupulous regard for the principle of confidentiality of each teacher’s results established in article 30 of RADIST, was discussed in the different bodies of IST. As a result of this discussion, from the experience gained from previous assessments and hearings with trade unions, which were held pursuant to the law, updates to the RADIST were adopted by the relevant bodies of IST and published in the Official Journal in 2013 (Rector’s Order No. 262/2013, Official Journal 2nd Series, No. 4 of January 7th 2013). As part of the continuous improvement, the Scientific Boards appointed an ad hoc committee to deal with any improvement activities to be put in practice for the 2013-2016 four-year period, duly in line with the strategic goals of IST. In parallel, the teaching activities evaluation is performed using the Quality Guarantee System of the curricular units. This system is based on pedagogic surveys to the students, on the performance evaluation implemented by the course coordinators and student delegates and on quality audits and elaboration of good practice codes.

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

https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1310532/1/RADIST_republicado_DR_7janeiro2013.pdf

4.2. Pessoal Não Docente

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

O MMA é apoiado por um funcionário não docente, partilhado com a Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação e os Programas de Doutoramento do Departamento de Matemática.

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

The program is supported by one non-teaching staff member, giving support to both the MMA and the Bachelor’s program in Applied Mathematics and Computation, as well as to the PhD programs of the Department of Mathematics.

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

12º ano de escolaridade.

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

High school (12 year).

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

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo atualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- *de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados;*
- *de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bienal, a partir do ciclo de 2013-2014.*

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direção de Recursos Humanos e dirigentes de topo)

eletronicamente.

Mais informação disponível na página do IST na Internet (Pessoal/ Direcção de Recursos Humanos/Não Docentes/Avaliação (SIADAP))

4.2.3. Procedures for assessing the non academic staff performance.

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- *The System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;*
- *The System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-20124.*

This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.

Further information available at IST webpage (Staff/Staff Area/Não Docentes/Avaliação (SIADAP))

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

O IST tem uma política de gestão de recursos humanos que afirma a formação como factor crítico para melhorar a performance dos seus profissionais, visando aumentar os níveis de produtividade. Para o ano de 2014 a Estrutura de Formação Contínua recentemente aprovada pelo Conselho de Gestão terá como missão promover e apoiar todas as iniciativas de formação contínua, numa perspectiva de formação ao longo da vida, o que incluirá naturalmente a formação dos funcionários não docentes do IST. Numa primeira fase será realizado um diagnóstico de necessidades de formação utilizando-se como ferramenta de trabalho questionários on-line, os quais depois de devidamente analisados e tratados estatisticamente suportarão a elaboração do referido diagnóstico. Posteriormente, será elaborado um plano de formação.

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

IST's human resource management policy focuses on training as a critical factor for improving the performance of its employees, in order to increase productivity levels. For the year 2014, the Continuing Training structure recently approved by the Governing Board will seek to promote and support all initiatives of continuing training in a perspective of lifelong education, which obviously includes training non-teaching staff. Firstly, a diagnosis of training needs using as a tool online will be carried out, which, after being properly analyzed and statistically processed will bear the preparation of this assessment of the said diagnosis. Subsequently, a training plan will be prepared.

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	73
Feminino / Female	27

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	64
24-27 anos / 24-27 years	27

28 e mais anos / 28 years and more

9

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	2
Centro / Centre	22
Lisboa / Lisbon	67
Alentejo / Alentejo	0
Algarve / Algarve	2
Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	7

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	55
Secundário / Secondary	24
Básico 3 / Basic 3	9
Básico 2 / Basic 2	6
Básico 1 / Basic 1	6

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	76
Desempregados / Unemployed	2
Reformados / Retired	14
Outros / Others	8

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	22
2º ano curricular do 2º ciclo	23
	45

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	39	37	37
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	0	0	0
N.º colocados / No. enrolled students	18	22	19
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	0	0	0
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.

Em geral, o acompanhamento dos alunos do MMA é personalizado:

- o plano de estudos de cada aluno é elaborado tendo em conta a sua formação e interesses científicos, e requer a aprovação do coordenador de curso;
- o trabalho realizado nas UC's Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações e Dissertação de Mestrado é acompanhado pelos respetivos orientadores;
- nas restantes UC's os docentes têm horários de dúvidas bem definidos, que possibilitam o acompanhamento do trabalho individual dos alunos.

Em caso de necessidade, os alunos podem recorrer aos serviços médicos do IST, que providenciam apoio psicológico em situações de stress emocional.

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

The course work plan is designed by the program coordinator, taking into consideration the background and the scientific interests of the student.

The work carried out within the CUs Research Project in Mathematics and Applications and Dissertation is closely monitored by the supervisor.

In the remaining CUs, the teachers have office hours, to answer questions and guide the independent study work of the students.

The students may ask for psychological support and help from the medical services of IST in case of need.

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

A maioria dos alunos do MMA transita da LMAC, pelo que já se encontram integrados na comunidade académica.

Como o MMA é um curso com um número de alunos relativamente pequeno, os seus coordenadores podem acompanhar de forma personalizada a integração e o percurso académico de cada aluno. Em geral, há uma relação muito próxima entre os alunos e os docentes afetos ao MMA.

Além disso, o IST estimula o espírito académico, disponibilizando um conjunto diversificado de atividades extracurriculares. As suas modernas infraestruturas facilitam o desenvolvimento das mais variadas atividades culturais, lúdicas e desportivas, entre outras, num ambiente multicultural, de partilha e de interação entre alunos, docentes, investigadores e funcionários. A Associação dos Estudantes do IST (AEIST), o Núcleo de Apoio ao Estudante (NAPE), o Núcleo de Mobilidade e Cooperação Internacional (NMCI) e o Núcleo de Estudantes de Matemática do IST (NMATH) apoiam a plena integração dos alunos na vida da Escola.

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

Most MMA students are former LMAC students. Therefore, they are already integrated in the academic community. As MMA is a programme with a relatively small number of students, the coordinators can closely follow the student's integration and academic path. In general, there is a close relationship between the students and the teachers involved in the program.

Also, IST stimulates the academic spirit that is put into practice in an array of extra-school. Its top-notch infrastructure help develop the most diversified activities, ranging from culture, entertainment to sports, among others, in a multicultural, sharing and environment, fostering interaction between students, faculty, researchers and non-teaching staff. The students associations AEIST and NMATH and the offices NMCI (mobility and international cooperation) and NAPE (student support) help students fully integrate in the School's life.

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

O Núcleo de Parcerias Empresarias do IST dinamiza as relações com as empresas, o apoio ao empreendedorismo e o desenvolvimento de carreiras dos alunos. Neste âmbito mantém os programas: IST Job Bank (plataforma de emprego); IST Career Sessions (sessões de informação sobre os processos de recrutamento); IST Career Workshops (ações de formação de preparação para o recrutamento para as quais é realizado o concurso de bolsas IST Career Scholarships);

IST Career Weeks (semanas de apresentação das empresas divididas por área); AEIST Jobshop (feira e semana de negociação de emprego) IST Summer Internships (estágios de verão em empresas). No fomento ao empreendedorismo destaca-se: a Comunidade IST SPIN-OFF com empresas cujas origens estão ligadas ao IST e o fundo de capital de risco ISTART I promovido pelo IST. Coordena também os múltiplos eventos ligados ao empreendedorismo que ocorrem regularmente no IST e faz a ligação às incubadoras associadas ao IST: Taguspark, Lispolis e Startup Lisboa.

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

The Corporate Partnerships Unit of IST seeks to foster the relationship with companies, the support to entrepreneurship and the development of student careers. Thus, it maintains the following programs: IST Job Bank (recruitment platform); IST Career Sessions (information sessions regarding the recruitment processes); IST Career Workshops (training actions for the preparation of recruitment for which the IST Career Scholarships are available); IST Career Weeks (company presentations divided by area); AEIST Jobshop (employment fair and negotiation week) IST Summer Internships (student internships in companies). Regarding fostering entrepreneurship, the following should be pointed out: the IST SPIN-OFF Community with companies whose origins are linked to IST and the venture capital fund ISTART I promoted by IST. It is also responsible for coordinating all the events linked to entrepreneurship that takes place at IST and links it to IST-associated incubators: Taguspark, Lispolis and Startup Lisboa.

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

No âmbito do sistema de gestão da qualidade do IST (ver 2.2 para mais detalhes) foi desenvolvido o subsistema de Garantia da Qualidade do Processo de Ensino e Aprendizagem no IST (QUC). Este subsistema tem como objetivos centrais: a monitorização em tempo útil do funcionamento de cada UC face aos objetivos para ela estabelecidos nos planos curriculares dos cursos oferecidos pelo IST; e a promoção da melhoria contínua do processo de ensino, aprendizagem e avaliação do aluno e do seu envolvimento no mesmo.

Um dos instrumentos de recolha de informação do QUC no final de cada semestre é um inquérito aos estudantes e um relatório preenchido pelos delegados de ano, congregando as suas opiniões sobre vários aspetos do processo de ensino e aprendizagem de cada UC, que posteriormente são analisados pelos responsáveis da gestão académica (corpo docente, coordenadores curso, presidentes departamento e conselho pedagógico) e, se necessário, fundamentam decisões de melhoria do funcionamento.

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

As part of the IST's quality management system (see 2.2 for further details), the Quality Assurance Subsystem of the Teaching and Learning process of IST was developed. It provides real time monitoring how each course unit is run in view of the desired goals in the curricula of the programmes offered by IST, and promoted continuous improvement of the teaching, learning and evaluation process of students and their involvement in it.

One of its data collection instruments, at the end of each semester, is to conduct a student survey and to ask students' representatives to complete a report, putting together their opinions on different aspects of the teaching and learning process of each course unit, which will then be analyzed by those responsible for the academic management (teaching staff, program coordinators, heads of department and pedagogical council) and, if needed, to give rationale for the decisions for improvement.

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

O IST tem reforçado as ações de internacionalização, através da participação em redes de escolas de referência, como o CLUSTER, MAGALHÃES, TIME e CESAER. Além da oferta de programas de Mestrado e Doutoramento, o IST aumentou a atratividade e o número de estudantes internacionais, nomeadamente do Norte da Europa, através de uma política de utilização da Língua Inglesa no ensino.

Além dos graus de mestrado duplo na rede CLUSTER ou TIME, o IST participa ativamente no programa Erasmus Mundus II, tendo atualmente em curso 2 programas de M.Sc e 4 de PhD, além de mais de 5 Projectos Partnership. Prossegue o forte envolvimento do IST nas parcerias com o MIT, CMU, UTAustin e EPFL. O IST é a única instituição Portuguesa full partner de uma Knowledge and Innovation Community do EIT, no âmbito da KIC Innoenergy. No âmbito dos vários programas de mobilidade o período de estudos é reconhecido através do sistema ECTS.

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

The IST has sought to reinforce internationalization initiatives by participating in reference university networks, such as CLUSTER, MAGALHAES, TIME and CESAER. In addition to its MSc and PhD programmes, the IST has increased its attractiveness and the number of international students, namely those from Northern Europe through a policy of widespread use of the English language in its programmes.

In addition to the double master's degrees at the CLUSTER network (which presides over it) or TIME, the IST has actively participated in the Erasmus Mundus II programme, currently running 2 MSc and 4 PhD programmes, besides more than 5 Partnership Projects. The IST has been increasingly involved in partnerships with MIT, CMU, UTAustin and EPFL. The IST is the only Portuguese full partner institution of a Knowledge and Innovation Community of EIT, as part of KIC Innoenergy.

Under different mobility programmes the period of study is recognized through the ECTS system.

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.

Um matemático deve possuir a formação necessária para, em face de um problema novo, ser capaz de propor e analisar modelos matemáticos, tendo em conta as características relevantes do problema, encontrar as soluções adequadas e analisar os resultados obtidos, desenvolvendo as técnicas e métodos matemáticos necessários para tal. O MMA é constituído maioritariamente por UCs avançadas de diversos domínios da matemática pura e aplicada (incluindo a estatística e a computação) que constituem a espinha dorsal do curso, mas inclui também no seu plano curricular UCs de áreas científicas de engenharia. O ensino é orientado para o desenvolvimento da criatividade do aluno e das suas capacidades para resolver novos problemas, estimulando-o a pesquisar e a cultivar a excelência. Deste modo, o MMA prepara quadros altamente qualificados para a indústria e serviços que requerem pessoal com sólida formação em matemática, e fornece a formação necessária para o prosseguimento de estudos de 3º ciclo.

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

A mathematician must have the necessary training to, in the face of a new problem, be able to design and analyse mathematical models, taking into account the relevant characteristics of the problem, find appropriate solutions and analyse the results obtained, developing new mathematical methods and techniques, if needed. MMA comprises predominantly advanced CUs of diverse domains of pure and applied mathematics (including statistics and computation), which are the backbone of the degree, but it also includes CUs from scientific areas in engineering. The teaching is oriented towards the development of the student's creativity and capacity to solve new problems, stimulating him/her to do research and to cultivate the excellence. Thus, MMA provides an adequate training of professional mathematicians for industries and services that require highly qualified personnel, as well as the necessary background for students interested in following a PhD program.

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

O processo de Bolonha consagrou a implementação de três importantes linhas de actuação no ES: a adoção do modelo de organização em três ciclos; a adoção do sistema de créditos ECTS; a transição de um sistema de ensino baseado na ideia da transmissão de conhecimentos para um baseado no desenvolvimento de competências. Todos os ciclos de estudo do IST foram adequados a Bolonha no ano lectivo de 2006/2007. Assim, às cargas de trabalho foi alocada uma correspondência ECTS. Para além disso, o IST tem um ensino fortemente baseado em três vectores estruturantes: uma sólida formação em ciências básicas (estruturante sobretudo a nível do 1º ciclo); uma forte componente experimental/computacional e de aplicações (estruturante sobretudo a nível do 2º ciclo); uma forte componente de investigação (estruturante sobretudo a nível do 3º ciclo). A implementação e contínua melhoria destes três vectores asseguram que o IST garante o cumprimento dos princípios de Bolonha ao mais elevado nível em todos os seus ciclos de estudo.

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

The Bologna process enshrined the implementation of three important lines of action in HE: the adoption of a 3-cycle organization model; the adoption of the ECTS credit system; the transition of a knowledge-based system into a skill development based system. All study cycles taught at IST have been suited to the Bologna requirements in 2006/2007. The workloads have been allocated a number of ECTS. In addition, the IST provides teaching based on three strands: sound background in basic sciences (which is structural in particular for the 1st cycle); strong experimental/computational and applications component (which is structural in particular for the 2nd cycle); strong research component (which is structural in particular for the 3rd cycle). The implementation and steady improvement of these strands ensure that the IST fully complies with the Bologna standards at the highest level of its study cycles.

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

As revisões curriculares não têm periodicidade pré-determinada. As revisões curriculares - propostas pelas coordenações de curso, ouvidas as comissões científicas e pedagógicas de curso, e submetidas a parecer do conselho científico, pedagógico e de gestão - são efectuadas sempre que há necessidade de actualizar conteúdos programáticos das unidades curriculares, necessidade de otimizar percursos académicos ou imposições exógenas ao curso, tais como actualização de áreas científicas ou disciplinares, criação ou extinção de unidades académicas.

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

Curriculum review is not carried out on a regularly basis. The curricula, proposed by the program coordinators, in consultation with the scientific and pedagogical committees of each program and submitted to the opinion of the scientific, pedagogical and management boards - undergo reviews whenever there is the need to update the syllabi, to optimize academic paths or obligations that are exogenous to the program, such as the update of scientific or discipline areas or the creation or extinctions of academic units.

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

A UC Dissertação de Mestrado basea-se em trabalho de I&D de natureza científica sobre um tema da área de conhecimento do curso, pelo que garante a integração dos estudantes na investigação científica. O trabalho deve envolver componentes de modelação matemática, e/ou de carácter teórico, laboratorial e/ou de simulação, promovendo a abordagem de problemas novos, a recolha de informação e bibliografia pertinentes, a selecção fundamentada das metodologias de abordagem, a conceção de uma solução para o problema proposto e respetiva implementação, e a análise crítica dos resultados.

As UCs Projeto de Investigação e Seminário A e B também permitem a integração na investigação. O Projecto tem como objetivo preparar o aluno para a realização da Dissertação e os Seminários incidem sobre tópicos avançados que não fazem parte dos programas de outras UCs.

Estes trabalhos podem ser realizados no âmbito de projetos de investigação científica, através de bolsas de iniciação à investigação.

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

The MSc Dissertation is based on R&D work of scientific nature regarding a theme of the field of knowledge of the SC and, therefore, ensures the integration of students in scientific research. The research work must involve mathematical modeling components, theoretical, laboratorial and/or simulation aspects, promoting the approach of new problems, the collection of relevant information and bibliography, the reasoned selection of approach methodologies, the design of a solution for the proposed problem and the respective implementation and the critical analysis of results.

The CUs Research Project and Seminar A and B also allow for the integration of the students in scientific research. The project is aimed at preparing the student to carry out his/her Dissertation and the Seminars focus on particular advanced topics which are not part of the programmes of other CUs.

This work may be carried out under scientific initiation grants awarded by scientific research projects.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares**Mapa IX - Modelação Matemática e Aplicações****6.2.1.1. Unidade curricular:**

Modelação Matemática e Aplicações

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

Ana Leonor M. V. Silvestre (18.6648), Juha Hans Videman (18.6648), Carlos J. S. Alves (18.6648)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Este curso é uma introdução ao processo da modelação matemática. Ao aplicar técnicas matemáticas básicas à resolução de problemas reais, estabelece uma ponte entre a matemática e as suas aplicações a vários domínios das ciências e da engenharia. O objectivo principal consiste em apresentar o desenvolvimento de modelos apropriados ao problema em causa, e do estudo de técnicas de análise matemática e numérica para obter as soluções analíticas e simulações numéricas correspondentes.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is an introduction to the mathematical modelling process. By using basic mathematical tools for solving real world problems, it provides a bridge between mathematics and its applications to various fields of sciences and engineering. The main goal is to present the development of models appropriate to the problem in focus, and the study of techniques of mathematical and numerical analysis to obtain their analytical solutions and numerical simulations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Modelos Matemáticos Elementares: Modelos baseados em frequências e modos próprios. Modelos baseados em Equações Integrais - com ênfase nas transformações integrais (Fourier, Laplace, etc.). Aplicações a problemas das ciências e da engenharia.

Modelos Matemáticos com Equações Diferenciais: Modelos reduzidos a equações diferenciais ordinárias. Problemas de fronteira e valor inicial na modelação por equações diferenciais parciais. Equações diferenciais estocásticas; métodos de Monte-Carlo; a equação de Focker-Planck. Aplicações a problemas das ciências e da engenharia.

Modelos Matemáticos de Fluidos Complexos: Fundamentos da Mecânica de Fluidos. Leis constitutivas.

Reologia de fluidos complexos: fluidos Newtonianos e não-Newtonianos (inelásticos e viscoelásticos) incompressíveis. Reologia computacional: simulação numérica de escoamentos poliméricos. Aplicações industriais. Modelos Matemáticos de Fluidos Complexos.

6.2.1.5. Syllabus:

Elementary Mathematical Models: Models based on frequencies and eigenmodes. Models based on integral equations with emphasis on integral transforms (Fourier, Laplace, etc.). Applications to problems in sciences and engineering. Mathematical Modelling with Differential Equations: Models reduced to ordinary differential equations. Boundary and initial value problems associated to the mathematical modelling with partial differential equations. Stochastic differential equations: Monte-Carlo methods; the Focker-Planck equation. Applications to problems in sciences and engineering. Mathematical Models of Complex Fluids: Fundamentals of Fluid Mechanics. Constitutive laws. Rheology of complex fluids: incompressible Newtonian and non-Newtonian fluids (inelastic and viscoelastic). Computational rheology: numerical simulation of polymeric flows. Industrial applications.

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

São apresentados múltiplos exemplos de problemas em equações com derivadas parciais, cujo enquadramento matemático tem aplicação imediata na modelação de fenómenos físicos, com aplicações em engenharia, medicina, e finança.

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

Multiple examples of problems in partial differential equations are presented, in which the mathematical framework has immediate application in modeling physical phenomena, with applications in engineering, medicine and finance.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas onde são apresentadas as noções e demonstrados os principais resultados. Avaliação por exercícios e trabalhos computacionais ao longo do semestre. Nestes trabalhos computacionais há uma aplicação directa dos conhecimentos a problemas de aplicação nas ciências e engenharia.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures presenting the notions and where the main results are proved. The evaluation consists in exercises and computational group homeworks, where the practical knowledge is applied to some problems in science or engineering.

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

A metodologia de ensino segue a prática usual das principais universidades, centrando-se num aspecto de consistência teórica e da aplicação dos modelos matemáticos. Esta vertente é complementada pelos trabalhos que os alunos desenvolvem, através de exercícios e simulações computacionais

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

The teaching methodology follows the usual practice in the main universities, focusing both theoretical consistency and the application of the mathematical models. This last aspect is complemented in the homeworks through exercises and computational simulations.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Singular Differential and Integral Equations with Applications, R.P. Agarwal , D. O'Regan, 2003, Kluwer Academic; Modeling via Itô Stochastic Differential Equations, E. Allen, 2007, Springer; Partial Differential Equations and Boundary Value Problems with Fourier Series, N. H. Asmar, 2004, Prentice-Hall (2nd Ed.); Advanced Engineering Mathematics, E. Kreyszig, 2005, John Wiley & Sons; Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide, K. F. Riley, M. P. Hobson ,S. J. Bence, 2002, Cambridge Univ. Press (2nd Ed.); Applied Functional Analysis,(Applications to Mathematical Physics), E. Zeidle, 1995, Applied Mathematical Sciences Vol. 109, Springer; Computational Rheology, R. G. Owens, T.N. Philips, 2002, Imperial College Press, 2002

Mapa IX - Criptografia e Protocolos de Segurança

6.2.1.1. Unidade curricular:

Criptografia e Protocolos de Segurança

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Paulo Alexandre Carreira Mateus (0.0)

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Não aplicável. / Not applicable.

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecer os sistemas e protocolos criptográficos em uso, desenvolver protocolos para resolução de problemas específicos e perspectivar desenvolvimentos futuros.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Master cryptosystems and cryptographic protocols in current use, develop protocols to solve specific problems and forecast future developments.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Conceitos básicos e problemas centrais da criptografia. Sistemas criptográficos de chave privada. Cifras sequenciais. Contributo da teoria da informação. Formas de ataque: dividir para conquistar e correlação rápida. Cifras por blocos. Exemplos: DES e AES. Segurança perfeita e computacional. Sistemas criptográficos de chave pública. Sistema RSA. Algoritmos de factorização e primalidade. Análise criptográfica quântica. Coordenadas projetivas. Curvas elípticas. Inteiros de Gauss. Algoritmo de Euclides para polinómios. Teorema de Hilbert. Bases de Gröbner. Sistemas elípticos e hiperelípticos. Protocolos de chave pública. Esquema de assinatura ElGamal e DSS. Algoritmos de assinatura digital baseados em curvas elípticas. Assinaturas cegas. Funções de dispersão. Esquemas de distribuição de chaves de Diffie-Hellman. Distribuição quântica de chaves. Protocolo estação para estação e MTI. Códigos de autenticação. Esquema de partilha de segredos de Shamir. Computação segura e aplicações.

6.2.1.5. Syllabus:
Basic concepts and central problems in cryptography. Private key cryptosystems. Sequential ciphers. Contribution of information theory. Attacks: divide to conquer and fast correlation. Block ciphers. Examples: DES and AES. Perfect and computational security. Public key cryptosystems. RSA cryptosystem. Factoring and primality algorithms. Quantum cryptoanalysis. Projective coordinates. Elliptic curves. Gauss integers. Euclidean algorithm for polynomials. Hilbert theorem. Gröbner bases. Elliptic and hyperelliptic cryptosystems. Public key protocols. ElGamal signature scheme and DSS. Elliptic curve digital signature algorithms. Blind signatures. Hash functions. Diffie-Hellman key exchange scheme. Quantum key distribution protocols. Station to station and MTI protocols. Authentication codes. Shamir secret sharing scheme. Zero-knowledge proof systems. Schnorr and Fiat-Shamir identification protocols. Multi-party secure computation and applications.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
São lecionados os conceitos e técnicas fundamentais de um curso de complexidade, dirigido principalmente a alunos com conhecimentos em Matemática, nomeadamente fundamentos algébricos e de teoria dos números, classes de complexidade relevantes NP e BPP, sistemas criptográficos simétricos e assimétricos, assinaturas digitais, funções de dispersão e protocolos de conhecimento nulo.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
Fundamental concepts and proof techniques in cryptography are addressed, mainly directed to students with background in Mathematics, namely foundations in algebra and number theory, important complexity classes such as NP and BPP, symmetric and asymmetric cryptosystems, digital signatures, hash functions and zero-knowledge protocols.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas de introdução de conceitos, métodos de prova e resultados. Reserva-se em cada aula um período para discussão de conceitos, ou de novos conteúdos cognitivos, ou ainda da aplicação da complexidade às várias áreas das ciências da informação. Avaliação: Exercícios (como trabalho fora da sala de aula) e exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Theoretical presentation of concepts, proof methods and results. In each lecture, some time is dedicated to the

discussion of concepts, new cognitive contents, as well as concrete applications of complexity to the sciences.
Assessment: Exercices (as homework) and exam.

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades em disciplinas de mestrado em Matemática.

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

Teaching/evaluation method usual in the best universities for MSc courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Elementos de Criptografia, P. Mateus, 2006, DMIST, in preparation;
Cryptography: Theory and Practice, D. Stinson, 1995, CRC Press

Mapa IX - Métodos Estatísticos em Data Mining

6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos Estatísticos em Data Mining

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

Maria da Conceição Esperança Amado (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Apresentar as potencialidades dos métodos estatísticos de data mining, dando-se especial relevo a métodos de classificação, agrupamento, redução de dimensionalidade, deteção de anomalias e mínimos quadrados parciais. Desenvolver competências para a aplicação de procedimentos estatísticos à análise de grandes conjuntos de dados e reconhecer como a utilização correta de tais procedimentos é importante na tomada de boas decisões. Analisar problemas reais com a ajuda de software específico e reconhecer as metodologias adequadas à sua resolução. No final do semestre, os alunos deverão conhecer os principais procedimentos estatísticos associados à utilização de data mining e ter conhecimentos, a nível de utilizador, de outras técnicas de data mining.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Show the potential of statistical methods in data mining, with particular emphasis on classification, clustering, dimensionality reduction, anomaly detection and partial least squares methods. Develop the ability to apply statistical procedures to the analysis of large data sets, and to show how important those procedures are in decision making. Analyse real problems with specific software and identify suitable methodologies to deal with such problems. By the end of the semester, the students should know the main statistical procedures associated to data mining, and be familiar with other data mining techniques on a user level basis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Visão Geral dos problemas de Data Mining: Objectivos e Ferramentas. A importância da análise exploratória de dados: Pré-processamento, Visualização e Qualidade dos Dados.

Classificação

Métodos de classificação: Método dos K-Vizinhos mais Próximos, Regra de Decisão de Bayes e Ingénua de Bayes, Árvores de Decisão, Análise Discriminante, Regressão Logística, Avaliação do Desempenho de um Classificador, Comparação de Classificadores

Agrupamento

Métodos de agrupamento: K-Médias, Métodos Hierárquicos, Misturas de distribuições: algoritmo EM, Validação dos Agrupamentos Obtidos.

Redução da Dimensionalidade: Componentes Principais, Análise de Componentes Independentes, Multidimensional Scaling.

Deteção de anomalias

Introdução, Deteção de Outliers, Avaliação da uma Regra de Deteção de Anomalias.

Mínimos Quadrados Parciais

Introdução: Mais Variáveis que Observações, Regressão de Mínimos Quadrados Parciais.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction. Data Mining Overview. Exploring data: Preprocessing, Visualization and Data Quality Classification

Classification Methods

Classification with K-Nearest Neighbours, Classification and Bayes Rule, Naive Bayes, Classification Trees, Discriminant Analysis, Logistic Regression, Evaluating the Performance of a Classifier, Comparing Classifiers

Clustering

Clustering Methods: K-Means Clustering, Hierarchical Clustering, EM for Mixture Model Density Estimation, Cluster Validation

Dimensionality Reduction

Principal Components, Independent Component Analysis, Multidimensional Scaling.

Anomaly Detection

Preliminaries, Detecting Outliers, Evaluating the Performance of an Anomaly Detection Rule

Partial Least Squares

Introduction: More Variables than Objects, Partial Least Squares Regression

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

O programa abrange conceitos-chave e técnicas para proporcionar aos alunos a experiência de trabalhar com métodos estatísticos para analisar dados complexos, elaborar resumos consistentes e completos dos dados. O curso também contém o material teórico que exige uma base matemática em probabilidade, estatística e álgebra linear. Os alunos aprenderão a identificar problemas científicos subjacente a exemplos de dados reais e resolver esse problema.

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

The syllabus covers key concepts and techniques to provide students with the experience of working with statistical methods for analysing complex data, and arriving at consistent and complete summaries of the data. The course also contains theoretical material requiring mathematical background in probability, statistics and linear algebra. Students will learn to identify a scientific problem underlying selected data examples and address this problem in the analysis and conclusion.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde se apresenta as potencialidades dos métodos estatísticos de data mining, dando-se especial relevo a métodos de classificação, agrupamento, redução de dimensionalidade, detecção de anomalias e mínimos quadrados parciais. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Trabalho computacional de grupo, que visa a implementação dos métodos estudados e a sua aplicação a problemas da Ciência e da Engenharia. Avaliação individual através de exame final (ou, em alternativa, através de testes).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, where it is presented the potential of statistical methods of data mining, with particular emphasis on methods of classification, clustering, dimensionality reduction, anomaly detection and partial least squares. Problem-solving classes to illustrate and apply the results and techniques introduced in the lectures. Team computational project, which aims the implementation of the studied methods and its application to problems in Science and Engineering. Individual evaluation through a written examination.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização de aulas de demonstração e de problemas, complementadas com a realização de trabalhos computacionais. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso (exame) e a aplicação dos métodos estudados a problemas de dados complexos mas reais (trabalho de grupo).

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the use of demonstration and problem-solving classes, complemented with computational work. The evaluation method assesses the theoretical part of the course (exam) and the application of the numerical methods to data real-world problems (team computational project).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Introduction to data mining, P.-N. Tan, M. Steinbach, V. Kumar, 2005, Addison-Wesley, Prentice Hall;
Principles of Data Mining, D. J. Hand, H. Mannila e P. Smyth, 2001, The MIT Press*

6.2.1.1. Unidade curricular:***Análise Numérica de Equações Diferenciais Parciais*****6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre (56.0)*****6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:*****Não aplicável. / Not applicable.*****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Adquirir conhecimentos para a resolução numérica de problemas clássicos em equações diferenciais parciais. Análise numérica e implementação computacional de métodos de diferenças finitas e elementos finitos.*****6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****Numerical solutions for classical problems in partial differential equations. Numerical analysis and computational implementation of finite difference and finite elements methods.*****6.2.1.5. Conteúdos programáticos:*****Aproximação de derivadas parciais por esquemas de diferenças finitas. Problemas elípticos; condições de Dirichlet e Neumann para a equação de Poisson. Discretização por diferenças finitas e análise do sistema por blocos; aplicação de métodos iterativos; análise de convergência. Problemas de Evolução; condições iniciais para a equação do calor. Discretização por diferenças finitas; métodos explícitos e implícitos, theta e Crank-Nicolson. Formulação fraca de EDPs; formulação variacional para a equação de Poisson. Espaços de Sobolev; distribuições e derivadas generalizadas; equivalência entre solução fraca e forte. Teorema de Lax-Milgram; Método de Galerkin; majoração do erro; Lema de Céa. Triangulação. Elementos finitos de Lagrange e Hermite; interpolação por elementos finitos; erro de interpolação. Integração numérica a várias dimensões. Aplicação à equação de Poisson.*****6.2.1.5. Syllabus:*****Approximation of partial derivatives by finite difference schemes. Elliptic problems; Dirichlet and Neumann conditions for the Poisson equation. Discretization by finite differences and block analysis of the system; application of iterative methods; analysis of the convergence. Evolution problems; initial conditions for the heat equation. Discretization by finite differences; explicit and implicit methods, theta and Crank-Nicolson. Weak formulation of PDEs; variational formulation for the Poisson equation. Sobolev spaces: distributions and generalized derivatives; equivalence between weak and strong solutions. Lax-Milgram theorem. Galerkin method; estimate of the error. Céa lemma. Triangulation. Lagrange and Hermite finite elements; interpolation using finite elements; interpolation error. Numerical integration in several dimensions. Application to the Poisson equation.*****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.*****Todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para utilizar métodos de diferenças finitas e elementos finitos na resolução numérica de problemas lineares de tipo elíptico e parabólico. São demonstrados os principais resultados de convergência, estabilidade e estimativas de erro, introduzindo para tal espaços funcionais apropriados, e é discutida a implementação computacional dos algoritmos.*****6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.*****All the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to solve linear elliptic and parabolic problems by finite differences and finite element methods. The main results on convergence, stability and error estimates are proved, using appropriate functional settings, and the computational implementation of the algorithms is discussed.*****6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****Aulas de exposição da matéria, onde são apresentados os métodos numéricos e demonstrados os principais resultados de convergência, estabilidade e estimativas de erro. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Trabalho computacional de grupo, que visa a implementação dos métodos numéricos estudados e a sua aplicação a problemas da Ciência e da Engenharia. Avaliação individual através de exame final (ou, em alternativa, através de testes).*****6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):*****Exposition of the numerical methods and the main results on convergence, stability and error estimates. Problem-solving classes to illustrate and apply the results and techniques introduced in the theoretical classes. Team***

computational project, which aims the implementation of the numerical methods and its application to problems in Science and Engineering. Individual evaluation through a written examination (or, alternatively, through tests).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização intensiva de aulas de demonstração e de problemas, complementadas com a realização de trabalhos computacionais. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso e a aplicação dos métodos estudados a problemas reais modelados por equações diferenciais parciais.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration and problem-solving classes, complemented with computational work. The evaluation method assesses the theoretical part of the course and the application of the numerical methods to real-world problems modeled by partial differential equations.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, J.W. Thomas, 1995, Springer-Verlag, New York; Numerical Approximation of Partial Differential Equations, A. Quarteroni, A. Valli, 1994, Springer-Verlag, Berlin; Introduction à l'Analyse numériques des EDP's, P.A. Raviart, J.M. Thomas, 1998, Dunod; An introduction to the mathematical theory of finite element methods, J.T. Oden, J.N. Reddy, 1976, Wiley

Mapa IX - Fundamentos de Topologia e Análise Real

6.2.1.1. Unidade curricular:

Fundamentos de Topologia e Análise Real

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

Catarina Vilar Campos de Carvalho (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Estabelecer os resultados principais relativos a espaços topológicos. Introdução do grupo fundamental. Domínio dos resultados básicos do integral de Lebesgue e sua aplicação aos espaços de Lebesgue.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To establish the fundamental results about topological spaces. Introduction to the notion of fundamental group. Basic knowledge of the theory of Lebesgue integral and its applications to Lebesgue spaces.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Espaços topológicos: Propriedades elementares, bases, separabilidade, aplicações contínuas, abertas, homeomorfas, topologia produto, conjuntos conexos, conexão por arcos, espaços compactos, axiomas de separação, teorema de Tychonoff, espaços localmente compactos, lema de Urysohn, teorema de Tietze, teoremas de Ascoli e de Stone-Weierstrass.

Grupo fundamental: Homotopia de caminhos, definição de grupo fundamental e espaços de revestimento, o grupo fundamental da circunferência, aplicações.

Medida e Integração: Espaços e aplicações mensuráveis, medidas positivas, o integral geral, lema fundamental da integração, propriedades do integral, teorema da convergência monótona, lema de Fatou, teorema da convergência dominada, teorema de Hahn, medidas produto e integração no espaço produto, teorema de Fubini, introdução aos espaços L_p : desigualdades de Holder e Minkowski, convergência e completude, funcionais lineares contínuos.

6.2.1.5. Syllabus:

Topological spaces: Elementary properties, bases, separability, continuous and open maps, homeomorphisms, product topology, connected sets, arcwise connectivity, compact spaces, separation axioms, Tychonoff's theorem, locally compact spaces, Urysohn's lemma, Tietze's theorem, the Ascoli and the Stone-Weierstrass theorems.

Fundamental group: Homotopy path lifting property, definition of fundamental group and covering space, the fundamental group of the circle. Applications.

Measure and Integration: Measurable spaces and functions, positive measures, the general integral, the fundamental integration lemma, properties of the integral, the monotone convergence theorem, Fatou's lemma, the dominated convergence theorem, Hahn's theorem, product measures and integration in product spaces, Fubini's theorem, Introduction to L_p spaces: Holder and Minkowski inequalities, convergence and completeness, continuous linear functionals.

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

Os conteúdos programáticos cobrem os tópicos e resultados fundamentais da Topologia Geral e da Teoria da Integração e Medida, duas áreas chave de uma formação em Matemática. Introduzem-se os conceitos principais, e demonstram-se os teoremas clássicos da Topologia e da teoria do Integral de Lebesgue, desenvolvendo-se previamente os conhecimentos base para a sua compreensão e aplicação.

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

The syllabus covers the fundamental topics and results in Topology and the Theory of Measure and Integration, two key background areas in Mathematics. The main concepts are introduced, and the classical theorems of Topology and the Lebesgue integral are proved, developing first all the basic knowledge needed for an understanding of their meaning and applications.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de exposição da matéria, complementadas com discussão semanal de exercícios das Fichas de Trabalho e outros.

A avaliação de conhecimentos na UC é feita por dois testes, com igual peso na classificação final. Os alunos podem optar por complementá-la com entregas de Fichas de Trabalho, disponibilizadas semanalmente na página web da UC. Há 12 fichas, das quais contam as melhores 10. Neste caso, a média das notas dos testes terá peso de 70% e a nota das fichas de trabalho terá peso de 30%.

Os testes têm a duração de 1 hora e 30 minutos; o 1º Teste realiza-se durante o período letivo e cobre a matéria de Topologia, o 2º Teste realiza-se durante a Época Normal de Exames e cobre a matéria de Análise Real. Os alunos podem efectuar recurso do 1º Teste ou do 2º Teste ou de ambos, na Época de Recurso; se o fizerem, a nota final será a maior das duas notas obtidas

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exposition of the topics, complemented by weekly discussions of the Handouts and other exercises.

The assessment method comprises two tests, with the same weight in the final grade. The students can choose to complement it with weekly Handouts, available at the UC's webpage. There are 12 Handouts, from which the best 10 are picked. In this case, the tests grade has a 70% weight on the final grade, and the handouts have a 30% weight.

The duration of each test is of 1 hour and 30 minutes. The 1st test takes place midterm and covers the Topology part of the syllabus; the 2nd test takes place during the usual exams period and covers the Real Analysis part of the syllabus.

The students can repeat the 1st Test, the 2nd Test or both tests at an extra exam date – in case they choose to do so, the best grade prevails.

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

Método usual em cursos de mestrado em Matemática.

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

Usual method in Masters-level courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A Course in Functional Analysis, J. B. Conway, 1990, Springer-Verlag, 2nd Ed.;

Real and Functional Analysis, S. Lang, 1993, Springer-Verlag, 3rd Ed.;

Topology, J. R. Munkres, 2000, Prentice Hall, 2nd Ed.;

Real Analysis, H. L. Royden, 1988, Mac-Millan, 3rd Ed.

Mapa IX - Análise Multivariada

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Multivariada

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

Maria do Rosário de Oliveira Silva (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Ganhar exposição aos métodos de análise multivariada mais comuns e obter o conhecimento necessário para efectuar interpretações adequadas de dados multivariados, em particular para compreender a estrutura que lhe está subjacente, e seleccionar os métodos de análise apropriados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To become acquainted with the more common multivariate statistical methods and to acquire the knowledge required in order to make proper interpretations of multivariate data, namely to understand their structure and underlying patterns, and to select the appropriate methods of analysis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à análise multivariada. Estatística descritiva para dados multivariados. Distribuição normal multivariada e problemas de inferência associados. Análise discriminante e análise de variáveis canónicas. Análise de componentes principais. Análise factorial. Análise de clusters. Multidimensional scaling. Análise de correspondências.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to multivariate analysis. Descriptive statistics for multivariate data. Multivariate normal distribution and statistical inference based on this distribution. Discriminant analysis and canonical variate analysis. Principal components analysis. Factor analysis. Cluster analysis. Multidimensional scaling. Correspondence analysis.

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

Os conteúdos programáticos cobrem em detalhe noções chave em Análise Multivariada; a forma como estes são apresentados permite não só a familiarização com os mesmos mas também uma reflexão sobre as suas limitações e aplicações a problemas reais.

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

The syllabus covers in detail key notions in Multivariate Analysis; the way they are presented allows the students not only to be familiarized with them but also to ponder over their limitations and applications to real life problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde se apresentam os mais importantes métodos da análise multivariada, dando-se relevo às propriedades teóricas, vantagens e limitações de cada metodologia. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e metodologias introduzidas nas aulas teóricas e a utilização do software estatístico recomendado (R). Trabalho computacional de grupo, que visa a resolução de um problema real. Avaliação individual através de exame final.Exame

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, where the most important methods of multivariate analysis are introduced, giving special enfaces to the theoretical properties, advantages and limitations of each method and how their can be used to solve real problems. Classes of problems to illustrate and exercise the results and methodologies introduced and to illustrate the use of the recommended statistical software (R). Computational work group, which aims at solving a real problem.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização de aulas de demonstração e de problemas, complementadas com a realização de trabalhos computacionais. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso (exame) e a aplicação dos métodos estudados a problemas de dados complexos mas reais (trabalho de grupo).

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the use of demonstration and problem-solving classes, complemented with computational work. The evaluation method assesses the theoretical part of the course (exam) and the application of the methods to data real-world problems (team computational project).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Applied Multivariate Statistical Analysis, R. A. Johnson and D.W. Wichern, 2002, Fifth edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

Mapa IX - Modelos Matemáticos em Biomedicina

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelos Matemáticos em Biomedicina

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

Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

O curso pretende introduzir os aspectos básicos da modelação matemática e numérica do sistema circulatório humano. Em particular será dado relevo especial à aproximação numérica por métodos de elementos finitos de modelos da circulação sanguínea e também de problemas acoplados de fluido-estrutura relacionados com a interacção mecânica do fluxo sanguíneo com as paredes dos vasos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course aims to provide the basic aspects of the mathematical modelling and numerical simulation of the human circulatory system. In particular attention will be focused on the numerical approximation by finite element methods of blood flow problems and also on fluid-structure coupled problems related to the mechanical interaction of blood flow with the vessel walls.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos do Sistema Circulatório

Anatomia do sistema arterial. Hemodinâmica nas grandes e médias artérias. Microcirculação. Reologia do sangue. Problemas clínicos que alteram as propriedades do sangue e das paredes arteriais.

2. Modelos Constitutivos da Circulação Sanguínea

Revisões de cinemática e de modelos constitutivos. Modelos Newtonianos generalizados e viscoelásticos. Circulação nas grandes artérias. Escoamento na vizinhança de bifurcações. Análise de modelos unidimensionais e de Cosserat.

3. Modelos Matemáticos das Paredes Vasculares

Modelos constit. não-lineares elásticos e anisotrópicos. Análise matemática de modelos para as paredes vasculares: desigualdades de energia; acoplagem de modelos fluido-estrutura.

4. A Formulação Lagrangiana-Euleriana Arbitrária (ALE) em Domínios Móveis. As equações de Navier-Stokes no referencial ALE. Desigualdades de energia para interacção fluido-estrutura. Métodos de discretização especial e temporal. Modelos de multiescala geométrica

6.2.1.5. Syllabus:

1. Fundamentals of the Circulatory System Anatomy of the arterial system. Haemodynamics in large and medium size arteries. Microcirculation. Blood rheology; histology of vessel walls. Analysis of some clinical problems

2. Constitutive Modelling of Blood Flow. Review of kinematics and constitutive models for fluid flows. Generalized Newtonian and viscoelastic models. Modelling blood as a Navier-Stokes fluid. Analysis of reduced 1D and 0D models.

3. Mathematical Modelling of Vessel Walls. Non-linear elastic and anisotropic constitutive models. Mathematical analysis of the vessel wall models: energy inequalities; coupling the wall vessel models with the fluid equations.

4. The Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) Formulation of Fluid Motion in Moving Domains Navier-Stokes equations in the ALE frame. Energy inequalities for the fluid-structure interaction problem. Space and time discretization methods. Geometrical multiscale modelling approach.

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

Os conteúdos programáticos têm como objectivo a introdução de tópicos fundamentais à modelação matemática e computacional do sistema circulatório. Trata-se de uma unidade curricular com carácter multidisciplinar que exige conhecimentos da fisiologia humana, de conceitos básicos de mecânica dos meios contínuos, de técnicas de análise matemática não linear e ainda de métodos numéricos, em particular do método dos elementos finitos e da sua implementação computacional. Torna-se claro que o cumprimento dos objectivos desta UC ficará garantido através da coerência dos seus conteúdos programáticos.

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

The syllabus consists on the introduction of fundamental topics related to the mathematical modeling and simulation of the cardiovascular system. This is a multidisciplinary curricular unit requiring knowledge of human physiology, basic concepts of continuum mechanics, techniques of nonlinear mathematical analysis and numerical methods, in particular the finite element method and the corresponding numerical simulations. It is clear that the curricular's unit objectives will be accomplished through its syllabus coherence.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas onde se introduzem e desenvolvem os diferentes tópicos do programa. O método de avaliação é contínuo e individual, através da realização de exposições orais e de trabalhos computacionais.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes where the different syllabus topics are introduced and developed. Students' performance is continuously assessed through oral presentations and individual computational projects.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos e na realização de trabalhos computacionais aplicados a problemas concretos com relevância clínica. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objectivos, mas também nivelar os conhecimentos dos estudantes com diferente formação de base que frequentam o curso.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts complemented with computational works applied to concrete problems clinically relevant. The use of this procedure will allow to fulfill the required learning outcomes while leveling the knowledge of the students with different background enrolled in the course.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, A. J. Chorin, J.E. Marsden, 1998, Springer-Verlag, New York, 3rd edition; Biomechanics: Circulation, Y. C. Fung, 1998, Springer-Verlag, New York, 2nd. Edition; Mathematical Models of the Cardiovascular System, A. Quarteroni, L. Formaggia, 2002, Preprint MOX; Numerical Approximation of Partial Differential Equations, A. Quarteroni, A. Valli, 1994, Springer-Verlag, New York; Navier-Stokes Equations: Theory and Numerical Analysis, R. Temam, 2001, AMS Chelsea Publishing; An Introduction to the Mechanics of Fluids, C. Trusdell, K.R. Rajagopal, 2000, Birkäuser, Boston, USA

Mapa IX - Mecânica Geométrica

6.2.1.1. Unidade curricular:

Mecânica Geométrica

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

Henrique Manuel dos Santos Silveira de Oliveira (56.0)

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

Não aplicável. Not applicable.

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

Saber calcular a conexão de Levi-Civita de uma variedade Riemanniana e a respectiva curvatura utilizando as equações estruturais de Cartan.

Saber definir sistema mecânico numa variedade Riemanniana e calcular as respectivas trajetórias. Conhecer alguns exemplos clássicos de sistemas conservativos, e.g. o corpo rígido com um ponto fixo. Saber identificar vínculos holónomos e não holónomos. Conhecer a geometria de Lorentz, a desigualdade de Schwarz invertida e a relação entre o grupo Lorentz e o grupo de Möbius. Saber escrever a equação de Einstein e resolvê-la em casos simples, e.g. espaço-tempos estacionários.

Conhecer o formalismo mecânica lagrangeana em variedades, o formalismo canónico e a equação de Hamilton-Jacobi. Saber definir integrabilidade e coordenadas acção-ângulo. Conhecer o teorema de Liouville e o teorema KAM.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Computing the Levi-Civita connection of a Riemannian manifold and the corresponding curvature by using Cartan's

structure equations.

Defining mechanical system on a Riemannian manifold and computing the corresponding trajectories. Knowing some classical examples of conservative systems, e.g. the rigid body with one fixed point. Identifying holonomic and non-holonomic constraints. Being familiar with Lorentz geometry, the reversed Schwarz inequality and the relationship between the Lorentz group and the Möbius group. Writing Einstein's equation and solving it in some simple cases, e.g. stationary space-times.

Being familiar with the formalism of Lagrangean mechanics on manifolds, the canonical formalism and the Hamilton-Jacobi equation. Defining integrability and action-angle coordinates. Knowing Liouville's theorem and the KAM theorem.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Elementos de Geometria Diferencial: Variedades diferenciáveis. Conexões e paralelismo. Variedades Riemannianas e conexão de Levi-Civita. Vizinhança tubular. Curvatura e equações estruturais de Cartan.

Sistemas Mecânicos em Variedades Riemannianas: Definição e exemplos clássicos. Sistemas com vínculos não holónomos. Sistemas conservativos e dissipativos.

Relatividade: Geometria de Lorentz e desigualdade de Schwarz. Relação entre o grupo Lorentz e o grupo de Möbius.

Aspectos geométricos da equação de Einstein. Espaço-tempos estacionários.

Mecânica Hamiltoniana: Mecânica lagrangeana em variedades. Formalismo canónico e equação de Hamilton-Jacobi.

Integrabilidade, teorema de Liouville e coordenadas acção-ângulo. Teorema KAM. Aplicação momento e redução do espaço de fase. O modelo dos vórtices, comportamentos quase-periódico e caótico.

6.2.1.5. Syllabus:

Elements of Differential Geometry: Differentiable manifolds. Connections and parallelism. Riemannian Manifolds and Levi-Civita connection. Tubular neighbourhood. Curvature and Cartan's structure equations.

Mechanical Systems in Riemannian Manifolds: Definition and classical examples. Systems with non-holonomic constraints. Conservative and dissipative systems.

Relatividade: Lorentz geometry and Schwarz inequality. Relationship between Lorentz and Möbius groups. Geometric aspects of Einstein's equation. Stationary spacetimes.

Hamiltonian Mechanics: Lagrangean mechanics in manifolds. Canonical formalism and Hamilton-Jacobi equation.

Integrability, Liouville's theorem and action-angle coordinates. KAM theorem. Momentum map and phase space reduction. The vortex model, quasi-periodic and chaotic behaviours.

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

Todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para utilizar conceitos geométricos na mecânica clássica, desde a mecânica Lagrangiana à mecânica Hamiltoniana considerando também a relatividade geral. São demonstrados os teoremas fundamentais da mecânica clássica e a sua correspondente generalização a variedades pseudo-riemmanianas e simplécticas. Usamos conceitos de álgebra e análise exterior, formas diferenciais, grupos de Lie, álgebras de Lie, conexão e curvatura, fluxo geodésico, e muitos outros conceitos aplicados à mecânica.

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

All the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to use geometrical concepts in classical mechanics, from Lagrangian mechanics to Hamiltonian mechanics, considering as well the General Relativity theory. The fundamental theorems of classical mechanics are proved and its corresponding generalization to pseudo-Riemannian manifolds and symplectic manifolds. We develop concepts of exterior algebra and analysis, differential forms, Lie groups, Lie Algebras, connection, curvature, geodesic flow, and many other geometrical and mathematical concepts applied to mechanics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde são apresentados os métodos e demonstrados os principais resultados. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Avaliação individual através de exame final (ou, em alternativa, através de trabalhos com discussão pública).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes for introducing the methods and proving the main results. Problem-solving classes to illustrate and apply the results and techniques introduced in the theoretical classes. Individual evaluation through a written examination (or, alternatively, through essays with public discussion).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização intensiva de aulas de demonstração e de problemas. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso e a aplicação

dos métodos estudados a problemas reais modelados por equações diferenciais ordinárias e sistemas dinâmicos hamiltonianos e lagrangeanos em variedades.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration and problem-solving classes. The evaluation method comprises the theoretical part of the course and the application of the methods to real-world problems modeled by ordinary differential equations and Lagrangean and Hamiltonian dynamical systems in manifolds.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Geometric Mechanics, W. Oliva, 2002, Lecture Notes in Mathematics 1798, Springer

Mapa IX - Complementos de Álgebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Complementos de Álgebra

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

Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto (0,0)

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

Não aplicável. Not applicable.

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

Introduzir conhecimentos de Teoria de Galois e Álgebra Comutativa, fazendo uma ligação aos aspectos geométricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce Galois theory and basic notions of Commutative Algebra, connecting with geometric aspects.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Teoria de Galois: Extensão de corpos. Extensão de decomposição. Extensões separáveis. Grupo de Galois. Teorema de Galois.

Álgebra comutativa: Anéis e módulos Noetherianos e Artinianos. Teorema da base de Hilbert. O teorema de Cayley-Hamilton e o lema de Nakayama. Primos associados.

Álgebras sobre anéis. Going-up e going-down para ideais primos. Extensões finitas e integrais e teorema de normalização de Noether. O Nullstellensatz e o espectro de um anel. Variedades afins. Localização. Funções e aplicações racionais em variedades afins. Dimensão.

6.2.1.5. Syllabus:

Galois theory: Field extensions. Decomposition extensions. Separable extensions. Galois group. Galois theorem.

Commutative algebra: Noetherian and Artinian rings and modules. Hilbert's basis theorem. The Cayley-Hamilton theorem and Nakayama's lemma. Associated primes.

Algebras over rings. Going-up and going-down for prime ideals. Finite and integral extensions and Noether's normalization theorem. The Nullstellensatz and the spectrum of a ring. Affine varieties. Localization. Rational functions and rational maps on affine varieties. Dimension.

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

O conteúdo programático desta unidade curricular é muitíssimo coerente, não só pela forma lógica e organizada como a matéria é apresentada e interligada, mas também porque os objectivos da unidade curricular são 100% atingidos. Os alunos ficam a conhecer muito bem a teoria de anéis e módulos Noetherianos, e em particular, a respectiva teoria da dimensão. Aplicações à geometria algébrica, combinatória e teoria de grafos são imediatas. Os alunos acabam esta unidade curricular preparados também para frequentar cadeiras avançadas de álgebra comutativa e álgebra homológica.

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

The syllabus is extremely coherent, not only because of the logic and organized way in which the topics are presented and related among themselves, but also because the curricular unit's objective is 100% attained. The students become very knowledgeable in the theory of Noetherian rings and modules, and in particular in the respective dimension

theory. Applications to algebraic geometry, combinatorics and graph theory are immediate. The students end the semester ready to take any advanced classes in commutative algebra and homological algebra.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

2 classes teóricas semanais, cada uma com a duração de duas horas; horário semanal de dúvidas, onde o professor conversa individualmente com cada aluno sobre exercícios sugeridos na aula. O método de avaliação consiste em dois testes, feitos ao longo do semestre, que podem ser repetidos depois de o período de aulas acabar.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

2 weekly classes (2 hours each), where the teacher exposes and explains the topics in the syllabus; weekly sessions (2 hours each) where the teacher answers individual questions the students may have, concerning problems proposed in the classroom. The evaluation consists of two tests, taken during the period of classes, which can be retaken when the classes are over.

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

Todos os tópicos da unidade curricular são expostos e explicados detalhadamente durante as aulas teóricas. Para consolidar o conhecimento, no fim de cada semana, é sugerida uma lista de exercícios, adequada à matéria que foi exposta na aula teórica dessa semana. Os alunos têm oportunidade de resolver, por si, os exercícios propostos, e na aula de dúvidas da semana seguinte, o professor interage individualmente com cada aluno, discutindo os problemas sugeridos. Esta metodologia permite que os alunos, além de atingirem inteiramente todos os objectivos da unidade curricular, sejam desafiados intelectualmente, e sejam ainda expostos a aplicações da álgebra comutativa a outras áreas da matemática.

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

Every topic in the syllabus is explained in detail during classes. To help the learning process and to consolidate what was explained in class each week, a list of problems is suggested at the end of that week. The students have the opportunity to solve these problems by themselves, and in the following week, the teacher interacts individually with each student, discussing the proposed problems. This methodology, not only makes possible for the students to attain every single aspect of the syllabus, but also challenges them, stretches their reasoning, and exposes the students to applications of commutative algebra to other areas of mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Undergraduate Commutative Algebra, M. Reid, 1996, London Mathematical Society Student Texts, 29F;
Introduction to Commutative Algebra, M. F. Atiyah, I. G. MacDonald, 1969, Addison-Wesley Publish. Comp.;
Commutative Algebra with a view toward Algebraic Geometry, D. Eisenbud, 1995, Springer Grad. Texts in Math., 150;
Introdução à álgebra, R.L. Fernandes e Manuel Ricou, 2004, IST Press*

Mapa IX - Análise Numérica

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Numérica

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

Carlos José Santos Alves (84.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Complementar a formação em análise numérica com ênfase na aproximação de funções, determinação de valores próprios e resolução de equações diferenciais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Complements of Numerical Analysis, with emphasis in functions approximation, eigenvalues computation and solving differential equations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Operadores de diferenças finitas e diferenças divididas; aplicação à interpolação. Regularização por filtros; convolução

discreta; interpolação complexa e transformada de Fourier discreta. Interpolação de Hermite e Chebyshev; fórmula de erro. Splines. Interpolação com splines. Métodos para determinação de valores e vectores próprios; teorema de Gerschgorin; método das potências; relação com o método de Bernoulli; método das iterações inversas; métodos de factorização LR e QR. Aproximação de funções; ortogonalidade em espaços funcionais; polinómios ortogonais; fórmulas de integração de Gauss. Aproximação minimax; condição de Haar; teorema de La Vallée-Poussin; algoritmo de Remes. Problemas iniciais em equações diferenciais; métodos theta; A-estabilidade e zero-estabilidade; consistência e convergência global. Problemas de fronteira; método do tiro; métodos de diferenças finitas e elementos finitos. Introdução aos métodos de diferenças finitas para problemas de evolução em EDPs.

6.2.1.5. Syllabus:

Finite difference and divided difference operators; application to interpolation. Regularization by filters; discrete convolution; complex interpolation and discrete Fourier transform. Hermite and Chebyshev interpolation; the error formula. Splines. Interpolation with splines. Methods for determining eigenvalues and eigenvectors; Gerschgorin theorem; the power method; relations with the Bernoulli method; inverse iteration method; The QR and the LR factorization methods. Approximation of functions; the notion of orthogonal in function spaces; orthogonal polynomials; Gauss integration formulae. Minimax approximation; Haar condition; de La Vallée-Poussin theorem; Remes algorithm. Initial problems in differential equations ; the theta methods. A-stability and zero-stability; consistency and global convergence. Boundary problems; shooting methods; finite difference and finite elements methods. Introduction to finite difference methods for evolution problems and PDE's.

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

São estudados conteúdos complementares na teoria de aproximação, nomeadamente a interpolação de Hermite, splines, estabelecendo conexões entre a interpolação trigonométrica, a transformada de Fourier discreta, e aplicações à regularização por filtros. É estudada a diferenciação numérica, teoria de diferenças, associando-se a métodos complementares para a resolução de equações diferenciais ordinárias, nomeadamente métodos multipasso. São introduzidos métodos clássicos para a determinação de valores próprios (método de potências, iterações inversas, LR e QR).

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

Complementary aspects of approximation theory are presented, namely Hermite interpolation, splines, connection between trigonometric interpolation and Discrete Fourier Transform and its application in filter regularization. Numerical differentiation and difference theory is studied, being associated to complementary methods for the resolution of ordinary differential equations. Classical methods to the determination of eigenvalues and eigenvectors are presented (power method, inverse iterations, QR, LR).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas onde são apresentadas as noções e demonstrados os principais resultados. Aulas de problemas onde se trabalham e complementam exemplos de aplicação dos resultados e técnicas vistas nas aulas teóricas. Muitos destes problemas resultam de avaliações de anos anteriores. Avaliação por exame escrito ou dois testes, complementada por trabalhos computacionais de grupo. Nestes trabalhos computacionais há uma aplicação directa dos conhecimentos a problemas de aplicação nas ciências e engenharia.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures presenting the notions and where the main results are proved. Problem classes where the results and techniques shown in the lectures are worked out. Some of these problems have been used in previous exams. The evaluation consists in an exam or two tests, complemented by computational group homeworks, where the practical knowledge is applied to some problems in science or engineering.

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

A metodologia de ensino segue a prática usual das principais universidades, centrando-se num aspecto teórico e computacional da Análise Numérica. Tem estas duas componentes explícitas nas aulas teóricas e de problemas, que são alvo de avaliação por exame ou testes, o que é complementado na prática computacional dos trabalhos de grupo, com um apoio em aulas de dúvidas.

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

The teaching methodology follows the usual practice in the main universities, focusing both theoretical and computational aspects of Numerical Analysis. It has these two aspects in the lectures and problem sessions, which are then evaluated by exam or tests, and this is complemented by the computational practice in the homeworks, which have support in office hours.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Numerical Analysis, R. Kress, 1998, Springer-Verlag;
Numerical Analysis: a second course, Classics in Applied Mathematics, J. M. Ortega, 1990, SIAM, Vol. 3;
Numerical Mathematics, A. Quarteroni, R. Sacco & F. Saleri, 2000, TAMS 37, Springer Verlag;
An Introduction to Numerical Analysis, K. Atkinson, 1980, Wiley, (2nd ed.)

Mapa IX - Fundamentos de Lógica e Teoria da Computação**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Fundamentos de Lógica e Teoria da Computação

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

Maria Cristina Sales Viana Serôdio Sernadas (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Dominar resultados e técnicas chave para estabelecer a decidibilidade de teorias de primeira ordem.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Master key results and techniques for establishing the decidability of first-order theories.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Breve revisão da lógica e teorias de primeira ordem. Cálculo de sequentes. Eliminação do corte. Coerência da lógica de primeira ordem por via simbólica. Analiticidade versus decidibilidade. Técnicas de eliminação de quantificadores. Decidibilidade da teoria das ordens lineares densas. Decidibilidade da aritmética de Presburger. Decidibilidade da teoria dos corpos algebricamente fechados. Decidibilidade da teoria de Tarski dos corpos reais fechados. Avanços recentes na algoritmia da teoria de Tarski. Caracterizações complementares da eliminação de quantificadores.

6.2.1.5. Syllabus:

Short revision of first-order logic and theories. Sequent calculus. Cut elimination. Consistency of first-order logic by proof-theoretic means. Analyticity versus decidability. Quantifier elimination techniques. Decidability of the theory of dense linear orders. Decidability of Presburger arithmetic. Decidability of the theory of algebraically closed fields. Decidability of Tarski's theory of real closed fields. Recent improvements on the efficiency of the algorithms for deciding Tarski's theory. Model-theoretic characterizations of quantifier elimination. Applications: deciding the total correctness of non-deterministic, probabilistic and quantum programs with bounded resources.

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

Após breve revisão dos conceitos e resultados relevantes de lógica de primeira ordem, é introduzido o cálculo de Gentzen e demonstrados os teoremas relativos à completude, construção de contra-exemplos e eliminação do corte bem como discutida a sua relevância no contexto de teorias.

São depois apresentados os conceitos e resultados centrais da decidibilidade de teorias incluindo os teoremas relativos à técnica da eliminação de quantificadores por via simbólica e por via de modelos e à categoricidade de teorias (teste de Vaught). São apresentados exemplos variados incluindo o caso dos corpos reais fechados com ordenação (Tarski).

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

After revising the relevant concepts and results of first order logic, Gentzen calculus is introduced and several results are proved related to completeness, counterexamples and cut elimination as well as its importance in the context of theories. The concepts and main results for decidability of first order theories are presented namely those related to symbolic and model theoretic quantifier elimination as well as categoricity of theories (Vaught test). Several examples are considered namely the theory of ordered real closed fields (Tarski).

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Pequenos exercícios para os alunos exercitarem as técnicas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures for presenting the concepts and proving the mains results. Work assignments for the students to get acquainted with the techniques introduced in the lectures.

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades em disciplinas de mestrado em Matemática.

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

Teaching/evaluation method usual in the best universities for MSc courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Deciding First-order Theories, C. Sernadas and J. Rasga, In preparation, DMIST.

Mapa IX - Equações Diferenciais Ordinárias

6.2.1.1. Unidade curricular:

Equações Diferenciais Ordinárias

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

Pedro Alves Martins Rodrigues (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Fornecer uma introdução de nível elevado à Teoria de Equações Diferenciais Ordinárias, com ênfase no estudo das propriedades geométricas e topológicas, e nomeadamente de conceitos e resultados fundamentais de teoria qualitativa, hiperbolicidade e estabilidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide a high level introduction to the Theory of Ordinary Differential Equations, with emphasis on the study of geometric and topological properties, and namely of fundamental concepts and results of qualitative theory, hyperbolicity, and stability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas dinâmicos e equações diferenciais; existência, unicidade, regularidade e extensão de soluções; dependência contínua em relação às condições iniciais. Teoria geométrica: retratos de fase; órbitas homoclínicas e heteroclínicas; órbitas periódicas; conjuntos limite; teorema de Poincaré-Bendixson. Equações lineares: retratos de fase; equação linear variacional; coeficientes periódicos; conjugação linear, topológica e diferenciável. Hiperbolicidade: pontos fixos hiperbólicos; teorema de Grobman-Hartman: conjugação topológica para difeomorfismos e campos vectoriais. Estabilidade: estabilidade e estabilidade assintótica no sentido de Lyapunov; funções de Lyapunov; critérios de estabilidade e instabilidade. Teoria do índice para campos vectoriais no plano; índice de pontos críticos isolados. Teoria de bifurcação: diagramas de bifurcação; equações homológicas e formas normais; teorema da variedade central; estabilidade de pontos críticos.

6.2.1.5. Syllabus:

Dynamical systems and differential equations; existence, uniqueness, regularity and extension of solutions; continuous dependence with respect to the initial conditions. Geometric theory: phase portraits; homoclinic and heteroclinic orbits; periodic orbits; limit sets; Poincaré-Bendixson's theorem. Linear equations: phase portraits; linear variational equation; periodic coefficients; linear, topological and differentiable conjugation. Hyperbolicity: hyperbolic fixed points; Grobman-Hartman theorem: topological conjugacy for diffeomorphisms and vector fields. Stability: stability and asymptotic stability in the sense of Lyapunov; Lyapunov functions; stability and instability criteria. Index theory for vector fields in the plane; index of isolated critical points. Bifurcation theory: bifurcation diagrams; homological equations and normal forms; center manifold theorem; stability of critical points.

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

O programa recapitula, aprofunda e generaliza, os conceitos e resultados elementares da Teoria das Equações

Diferenciais Ordinárias, já abordados em cursos anteriores, e cobre os resultados fundamentais da Teoria Qualitativa, estabelecendo assim uma base sólida para futuros estudos avançados ou para a aplicação da teoria em outras áreas científicas.

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

The Syllabus recalls, in more structured and general terms, the elementary concepts of the theory of Ordinary Differential Equations, and covers the fundamental results of the Qualitative Theory, establishing in this way a solid basis for future advanced studies or the application of the Theory to other scientific areas.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação e discussão dos resultados e demonstrações em aula, com exemplos. Resolução de problemas, como trabalho de casa, com posterior discussão nas aulas. A avaliação é completada com um exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation and discussion of the results and its proofs in class, with examples. Homework assignments, with later discussion in class. The evaluation is completed with a final written exam.

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

A metodologia utilizada facilita e encoraja o aprofundamento e aplicação autónomos dos conhecimentos, de uma forma adequada a um curso de início de mestrado.

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

The methodology facilitates and encourages independent further studies and use of knowledge, in a appropriate form for a course situated in fourth year of studies.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Ordinary Differential Equations, V. Arnold, 1992, Springer;
Lições de equações Diferenciais Ordinárias, J. Sotomayor, 1979, IMPA*

Mapa IX - Geometria Diferencial

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Diferencial

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

José António Maciel Natário (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Dar aos alunos uma formação de base sólida em Geometria Diferencial, de forma a que possam compreender tópicos e problemas de interesse actual na área.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide the students with a solid background in Differential Geometry, so that they can understand the problems and topics of research of current interest in this area.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Fundamentos de Variedades Diferenciáveis: Variedades, partições da unidade, espaço tangente. Submersões, imersões, subvariedades, teorema de Whitney. Folheações.
Teoria de Lie: Campos vectoriais, parêntesis de Lie, derivada de Lie. Distribuições e Teorema de Frobenius. Grupos de Lie, álgebras de Lie, acções.
Formas Diferenciais: Álgebras tensorial e exterior, formas diferenciais. Fórmula de Cartan, cohomologia de de Rham, lema de Poincaré. Orientação, integração em variedades, homotopia. Teorema de Stokes, sucessão de Mayer-Vietoris, aplicações.*

Fibrados: Fibrados vetoriais, conexões, curvatura, métricas. Transporte paralelo, variedades riemannianas, geodésicas. Classes características, teoria de Chern-Weil. Teorema de Gauss-Bonnet, fibrados principais, conexões de Ehresmann.

6.2.1.5. Syllabus:

Foundations of Differential Manifolds: Manifolds, partitions of unity, tangent space. Submersions, imersions, submanifolds, Whitney Theorem. Foliations.

Lie Theory: Vector fields, Lie brackets, Lie derivative. Distributions and Frobenius Theorem. Lie groups, Lie algebras, actions.

Differential Forms: Tensor and exterior algebras, differential forms. Cartan's formula, de Rham cohomology, Poincaré's lemma. Orientation, integration over manifolds, homotopy. Stokes Theorem, Mayer-Vietoris sequence.

Fiber Bundles: Vector bundles, connections, curvature, metrics. Parallel transport, Riemannian manifolds, geodesics. Characteristic classes, Chern-Weil theory. Gauss-Bonnet Theorem. Principal bundles and Ehresmann connections.

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

Todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências básicos de geometria diferencial. São demonstrados os principais resultados sobre estruturas diferenciáveis, grupos de Lie, cohomologia de de Rham e fibrados.

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

All the syllabus items (point 6.2.1.5) aim to give students the basic knowledge and competences of differential geometry. The main results on differentiable structures, Lie groups, de Rham cohomology and fiber bundles are proved.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde são apresentados e demonstrados os principais resultados. Aulas de problemas para ilustrar e aplicar os resultados e técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Avaliação individual através de séries semanais de trabalhos de casa e exame final (ou testes).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes for presenting and proving the main results. Problem-solving classes to illustrate and apply the results and techniques introduced in the theoretical classes. Individual evaluation through weekly homework series and a final written exam (or tests).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização intensiva de aulas de demonstração e de problemas, complementadas com a realização de trabalhos de casa. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso e a aplicação dos métodos estudados a novas situações.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration and problem-solving classes, complemented with homework. The evaluation method assesses the theoretical part of the course and the application of geometric methods to new situations.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Differential Forms in Algebraic Topology, R. Bott e L. Tu, 1986, Springer-Verlag;

Differential Topology, M. Hirsch, 1976, Springer-Verlag;

Foundations of Differential Geometry, S. Kobayashi e K. Nomizu, 1996, John Wiley & Sons, Vol. I and II;

A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, M. Spivak, 1979, Publish or Perish, Inc.;

Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, F. Warner, 1983, Springer-Verlag

Mapa IX - Fiabilidade e Controlo de Qualidade

6.2.1.1. Unidade curricular:

Fiabilidade e Controlo de Qualidade

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

Manuel João Cabral Morais (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Iniciar os estudantes em duas áreas importantes da Estatística Industrial: Fiabilidade e Controlo de Qualidade, tendo em vista o domínio de fundamentos de técnicas de avaliação da fiabilidade de sistemas, estratégias de manutenção de equipamento, testes de vida acelerados, cartas de controlo e amostragem de aceitação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce students to two important areas of Industrial Statistics: Reliability and Quality Control, aiming at mastering the fundamentals of system reliability assessment, maintenance strategies, accelerated life testing, control charts, and acceptance sampling.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos básicos em fiabilidade. Estatísticas ordinais e tempos de vida de estruturas usuais em fiabilidade. Envelhecimento estocástico e função taxa de falha. Modelos paramétricos importantes em fiabilidade. Inferências sobre modelos para diferentes tipos de ensaio. Estratégias de manutenção. Testes de vida acelerados. Introdução ao controlo estatístico de processos. esquemas de controlo de qualidade: esquemas do tipo Shewhart para atributos e variáveis; esquemas do tipo markoviano (CUSUM e EWMA); esquemas com intervalos amostrais variáveis. Análise da capacidade de processos de produção. Amostragem de aceitação: planos de amostragem simples por atributos - com e sem rectificação da inspecção; planos de amostragem dupla por atributos - com e sem rectificação da inspecção/censura; planos de amostragem para variáveis - distribuição gaussiana: desvio padrão conhecido e desconhecido.

6.2.1.5. Syllabus:

Basic concepts in reliability. Order statistics and lifetimes of some usual structures in reliability. Stochastic ageing and the hazard rate function. Important parametric models in reliability. Inferences for different types of life tests. Maintenance strategies. Accelerated life testing. Introduction to statistical process control. Quality control schemes: Shewhart schemes for attributes and variables; Markovian (CUSUM e EWMA) schemes; schemes with variable sampling intervals. Process-capability analysis. Acceptance sampling: single sampling plans for attributes - with or without rectifying inspection; double sampling plans for attributes - with or without rectifying inspection/curtailment; sampling plans by variables.

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

Os conteúdos programáticos abrangem conceitos e técnicas chave em fiabilidade e controlo de qualidade; a forma como estes são apresentados permite não só a familiarização com os mesmos mas também uma reflexão sobre as suas limitações e aplicações a problemas reais.

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

The syllabus covers key concepts and techniques in reliability and quality control; the way they are presented allows the students not only to be familiarized with them but also to ponder over their limitations and applications to real life problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas com cerca de 20 alunas/os e a seguinte estrutura: motivação de um resultado relevante, enunciado do resultado, apresentação de um exemplo complementada por exercícios. Os exercícios são marcados e distribuídos pelas/os alunas/os com antecedência e resolvidos pelas/os alunas/os no quadro já que "se aprende melhor Matemática de forma ativa que passiva".

A avaliação é feita por 2 testes (20 valores cada um), sendo que: a duração de cada teste é de 1 hora e 30 minutos; o 1º Teste realiza-se durante o período letivo; o 2º Teste realiza-se durante a Época Normal; para obter aprovação, um aluno necessita de obter notas não inferiores a 7.0 valores em cada um dos testes; as/os alunas/os podem efetuar recurso ou do 1º Teste ou do 2º Teste ou de ambos os testes na Época de Recurso; sempre que um aluno efetuar recurso de um teste, a nota obtida releva para a classificação final na UC apenas caso seja superior à obtida durante o período lectivo 1º Teste ou na Época Normal 2º Teste.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Class with around 20 students and the following structure: motivation of a relevant result, statement of the result, presentation of an example followed by exercises. The exercises are chosen and assigned to students in advance, and are solved by the students on the blackboard because "Mathematics is better learned actively than passively". The assessment method comprises two tests, with the same weight in the final grade (20 points each) and focusing on different parts of the syllabus: the duration of each test is of 1 hour and 30 minutes; the 1st. Test takes place during

term time; the 2nd. Test takes place during the exams period; to pass the course, a student must attain at least 7.0 points in each test; the students can repeat the 1st. Test, the 2nd. Test or both tests.

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

Abordagem habitual em disciplinas da área de Probabilidades e Estatística ao nível do mestrado.

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

Usual approach to graduate courses on Probability and Statistics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Mathematical Theory of Reliability, Barlow, R.E. and Proschan, F., 1996, SIAM (Classics in Applied Mathematics), Philadelphia;

Introduction to Statistical Quality Control, Montgomery, D.C., 2005, Fifth edition. Wiley, New York.;

Statistical Methods for Reliability Data, Meeker, W.Q. and Escobar, L.A., 1998, Wiley, New York.;

Notas de Apoio de Fiabilidade e Controlo de Qualidade, Morais, M.C., 2006, Departamento de Matemática, IST

Mapa IX - Teoria de Sistemas Dinâmicos

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria de Sistemas Dinâmicos

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

Luís Manuel Gonçalves Barreira (56.0)

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

Nã aplicável. / Not applicable.

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

Dar uma introdução abrangente a tópicos fundamentais de sistemas dinâmicos, além dos já discutidos em Equações Diferenciais Ordinárias.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Give a broad introduction to fundamental topics of dynamical systems, in addition to those already discussed in Ordinary Differential Equations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Noções básicas: sistema dinâmico, rotações da circunferência, translações do intervalo, equações diferenciais autónomas, transformações expansoras, automorfismos do toro. Dinâmica topológica: conjuntos limite, transitividade e mistura topológicas, entropia topológica, expansividade. Dinâmica unidimensional: difeomorfismos da circunferência, número de rotação, teorema de Denjoy, transformações do intervalo, ordem de Sharkovsky. Dinâmica hiperbólica: conjuntos hiperbólicos, variedades invariantes, ferraduras de Smale, estrutura produto, fluxos geodésicos. Dinâmica simbólica: desvios e sub-desvios, cadeias de Markov topológicas, transitividade topológica, entropia topológica. Teoria ergódica: medidas invariantes, exemplos com a medida de Lebesgue, transformação de Gauss e medida de Gauss, teorema de recorrência de Poincaré, entropia métrica.

6.2.1.5. Syllabus:

Basic notions: dynamical system, rotations of the circle, translations of the interval, autonomous differential equations, expanding transformations, toral automorphisms. Topological dynamics: limit sets, topological transitivity and topological mixing, topological entropy, expansivity. Dimensional dynamics: diffeomorphisms of the circle, rotation number, Denjoy's theorem, interval maps, Sharkovsky's order. Hyperbolic dynamics: hyperbolic sets, invariant manifolds, Smale horseshoes, product structure, geodesic flows. Symbolic dynamics: shifts and subshifts, topological Markov chains, topological transitivity, topological entropy. Ergodic theory: invariant measures, examples with the Lebesgue measure, Gauss map and Gauss measure, Poincaré's recurrence theorem, metric entropy.

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

Dá-se uma introdução a tópicos fundamentais da teoria dos sistemas dinâmicos, além dos estudados em Equações

Diferenciais Ordinárias. *A teoria dos sistemas dinâmicos é muito vasta, além de ser extremamente activa em termos de investigação. Foi por isso necessário fazer uma selecção cuidada do material, de modo a dar uma visão suficientemente alargada e ainda assim incluir todos os tópicos.*

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

It is given an introduction to fundamental topics of the theory of dynamical systems, in addition to those studied in Ordinary Differential Equations. The theory of dynamical systems is very broad, besides being extremely active in terms of research. Thus, it was necessary making a careful selection of the material and still include all topics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição da matéria, incluindo a discussão regular de exercícios, e exposições pelos alunos de tópicos seleccionados. Método de avaliação: exame final com bônus por exposição manifestamente satisfatória.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exposition in the classes, including the periodic discussion of exercises, and expositions by the students of selected topic. Evaluation method: final exam with bonus for a clearly satisfactory exposition.

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

Método usual em cursos avançados de matemática universitária.

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

Usual method in graduate courses of mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Equações diferenciais: teoria qualitativa, L. Barreira and C. Valls, 2010, IST Press;
Introduction to dynamical systems, M. Brin and G. Stuck, 2002, Cambridge;
A moderna teoria de sistemas dinâmicos, A. Katok and B. Hasselblatt, 2005, Gulbenkian;
Dynamical systems and ergodic theory, M. Pollicott and M. Yuri, 1998, Cambridge;
An introduction to the theory of smooth dynamical systems, W. Szlenk, 1984, Wiley*

Mapa IX - Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações

6.2.1.1. Unidade curricular:

Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações

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

Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre (0.0)

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

Nuno Miguel Matos Ramos Martins (0.0), Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar Gomes (0.0), Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja (0.0), João Filipe Quintas dos Santos Rasga (0.0), Jaime Arsénio de Brito Ramos (0.0), José Félix Gomes da Costa (0.0), Maria do Rosário de Oliveira Silva (0.0), Ana Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente (0.0), Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart (0.0), Alexandre José Malheiro Bernardino (0.0), Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto (0.0), Maria da Conceição Esperança Amado (0.0), Paulo Alexandre Carreira Mateus (0.0)

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

O projecto tem como objectivo preparar o aluno para a realização da Dissertação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The project aims at preparing the student for the elaboration of the thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Cada projeto tem um programa proposto pelo orientador.

6.2.1.5. Syllabus:

Each project has a program proposed by the supervisor.

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

Depende de cada projeto.

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

Depends on each project.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Estudo autónomo. Relatório escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Autonomous work. Written report.

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

Depende do tema do projeto e do orientador.

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

Depends on the project subject and on the supervisor.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia utilizada nesta UC é designada de acordo com o tema escolhido pelo aluno e recomendada pelo orientador.

The Course Unit bibliography is recommended by the advisor taking into consideration the project subject.

Mapa IX - Seminário de Investigação e Relatório A**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário de Investigação e Relatório A

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

Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Adquirir cultura específica da área da Matemática.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

General knowledge of Mathematics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Seminários sobre tópicos fundamentais de Matemática.

6.2.1.5. Syllabus:

Seminars covering fundamental topics of Mathematics

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

Forma usual para transmitir e adquirir cultura específica sobre uma área da Matemática.

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

Usual way to transmit and acquire specific culture on Mathematics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*Avaliação contínua e relatório escrito.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Assessment during the course and written report.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***Metodologia habitual em disciplinas de seminário.***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***Usual methodology in seminars.***6.2.1.9. Bibliografia principal:***A bibliografia utilizada nesta UC é designada de acordo com o tema escolhido pelo aluno e recomendada pelo orientador.**The Course Unit bibliography is recommended by the advisor taking into consideration the project subject.***Mapa IX - Topologia Algébrica****6.2.1.1. Unidade curricular:***Topologia Algébrica***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja (0,0)***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Não aplicável. / Not applicable.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Saber calcular homologia e cohomologia de espaços usando equivalências de homotopia, sucessões exactas, decomposições celulares e as fórmulas de Kunnet e dos coeficientes universais. Conhecer as aplicações básicas da teoria de homologia à topologia de espaços euclidianos e variedades.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Know how to compute homology and cohomology using homotopy equivalences, exact sequences, cell decompositions, the Kunnet formula and the universal coefficient theorems. Understand the basic applications of homology theory to the topology of euclidean spaces and manifolds.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Noções básicas: Tipo de homotopia. A propriedade da extensão das homotopias e critérios para equivalência de homotopia. Definição e propriedades básicas dos complexos CW.**Homologia: Homologia singular e simplicial. Exemplos de cálculo. Invariância de homotopia. Excisão e propriedade de Mayer-Vietoris. Característica de Euler. Relação com o grupo fundamental. Fórmula dos coeficientes universais.**Teoremas de separação e invariância de domínio. Aproximação simplicial. O Teorema do ponto fixo de Lefschetz.**Cohomologia: O Teorema dos coeficientes universais. Definição e propriedades dos produtos cross e cup. A fórmula de Kunnet para homologia. O produto cap.**Variedades e dualidade: Orientações. Cohomologia de suporte compacto. Dualidade de Poincaré. Dualidade de Alexander e Lefschetz.**Possíveis tópicos adicionais: (Co)homologia com coeficientes locais; Homologia de H-espacos e grupos de Lie; O Teorema de Leray-Hirsch e aplicações.***6.2.1.5. Syllabus:***Basic notions: Homotopy type. The homotopy extension property. Criteria for homotopy equivalence. Definition and basic properties of CW complexes.**Homology: Singular and simplicial homology. Calculations. Homotopy invariance. Excision. Mayer-Vietoris sequence. The Euler characteristic. Relation with the fundamental group. The universal coefficient formula. Separation theorems*

and invariance of domain. Simplicial approximation. The Lefschetz fixed point Theorem.

Cohomology: The universal coefficient theorem for cohomology. Definition and properties of the cross and cup products. The Kunneth formula for homology. The cap product.

Manifolds and duality: Orientations. Cohomology with compact support. Poincaré duality. Alexander and Lefschetz duality.

Possible additional topics: (Co)homology with local coefficients. Homology of H-spaces and Lie groups. The Leray-Hirsch theorem and applications.

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

Os conteúdos programáticos consistem exactamente no tratamento dos conceitos e resultados necessários para que os alunos aprendam os métodos básicos de cálculo da homologia e cohomologia singular de espaços topológicos e compreender as suas aplicações mais fundamentais à topologia dos espaços euclidianos e das variedades.

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

The syllabus consists precisely of the topics the student must understand in order to be able to employ basic methods for computing singular homology and cohomology of topological spaces as well as their applications to fundamental results concerning the topology of euclidean spaces and manifolds.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde são apresentados e demonstrados os principais resultados sobre o cálculo da homologia e cohomologia singular de espaços topológicos, assim como exemplos e aplicações. A principal componente da avaliação é um exame final (ou alternativamente dois testes) cuja nota contribui com 70% para a nota final. A nota obtida nas fichas de exercícios propostas cada duas semanas contribui com 30% para a nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The main teaching methodology consists of lectures where the main definitions and results needed for the computation of homology and cohomology, as well as examples and applications, are presented. The final grade is obtained by weighing the grade on a final exam (or two mid-terms) by 70% and the grades on bi-weekly problem sets by 30%.

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

A metodologia de ensino é a usual em cursos avançados de Matemática Pura, baseando-se na apresentação de conceitos e resultados teóricos e exemplos em aulas teóricas e na consolidação destes por parte dos alunos através de leituras e resolução de problemas.

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

The teaching methodology is the usual one in advanced Pure Mathematics courses. It is based on the presentation of concepts, theorems and examples in lectures complemented by the individual work of the students consisting of both reading and work on problems.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Algebraic Topology, A. Hatcher, 2002, Cambridge University Press;
Lectures on Algebraic Topology, A. Dold, 1995, Springer;
Algebraic Topology: A First Course, M. Greenberg e J. Harper, 1981, Addison-Wesley;
Homology Theory: An Introduction to Algebraic Topology, J. Vick, 1994, Springer;
Topology and geometry, G. Bredon, 1997, Springer*

Mapa IX - Análise Numérica Funcional e Optimização

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Numérica Funcional e Optimização

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

Carlos José Santos Alves (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Aprender conceitos abstractos para problemas genéricos de análise numérica, com relevo na resolução de equações integrais e diferenciais parciais e de problemas de optimização. Implementar computacionalmente e criticar os resultados numéricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop abstract concepts for generic problems in Numerical Analysis, in particular for solving partial integral and partial differential equations and optimization problems. To implement and to criticize the numerical results.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Espaços normados; análise numérica e computacional da convergência de sucessões funcionais com diferentes normas. Espaços de Banach; Teorema do Ponto Fixo de Banach; Método de Picard; equações não lineares, equações integrais. Derivação de Fréchet e Método de Newton-Kantorovich. Teorema de Brouwer; operadores compactos; teorema do ponto fixo de Schauder. Espaços de Sobolev; inclusões de Sobolev. Aproximação variacional contínua e discreta; elementos finitos. Métodos de relaxação. Métodos de descida; secção dourada; gradiente conjugado: Polak-Ribière, Fletcher-Reeves. Método de Gauss-Newton e de Levenberg-Marquardt. Lema de Farkas e condições de Kuhn-Tucker; método de Uzawa. Problemas mal postos; condicionamento; método de regularização de Tikhonov e princípio da discrepância de Morozov.

6.2.1.5. Syllabus:

Normed spaces; numerical and computational analysis of convergence of functional sequences with respect to different norms. Banach spaces; Banach fixed point theorem; Picard method; non linear equations, integral equations. Fréchet derivatives and Newton-Kantorovich method. Brouwer theorem; compact operators; Schauder's fixed point theorem. Sobolev spaces and Sobolev inclusions. Discrete and continuous variational approximation; finite elements. Relaxation methods. Descent methods; the golden section; conjugate gradient: Polak-Ribière, Fletcher-Reeves. Gauss-Newton and Levenberg-Marquardt methods. Farkas lemma and Kuhn-Tucker conditions; Uzawa's method. Ill posed problems; conditioning; Tikhonov's regularization method and Morozov's discrepancy principle.

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

Introdução de conceitos de análise funcional aplicada à análise e resolução numérica de equações integrais e equações diferenciais. É dada ênfase a teoremas de Ponto Fixo com foco na sua aplicação a equações integrais e equações diferenciais associadas. São apresentados outros resultados fundamentais para a resolução de equações no quadro de Espaços de Banach e Hilbert, e em particular aplicados a Espaços de Sobolev. A parte de Optimização é focada na optimização não linear, complementando aplicações directas da teoria anterior, subdividindo em métodos com e sem restrições. São apresentados os métodos clássicos sem restrições, de descida e pesquisa linear, e é feita uma introdução a métodos com restrições, partindo das condições Karush-Kuhn-Tucker.

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

Fundamental functional analysis concepts are applied to the analysis and numerical resolution of integral and differential equations. Fixed point theorems its application to integral and differential equations are emphasized. Other fundamental results regarding the solution of equations in Banach and Hilbert spaces, and in particular in Sobolev spaces, are presented. The Optimization part is mostly focused on nonlinear optimization, complementing direct applications of the previous theory. Classical methods for unconstrained optimization, namely descent and linear search methods, are presented and an introduction to constrained optimization methods is given, starting with Karush-Kuhn-Tucker conditions.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas onde são apresentadas as noções e demonstrados os principais resultados. Aulas de problemas onde se trabalham e complementam exemplos de aplicação dos resultados e técnicas vistas nas aulas teóricas. Muitos destes problemas resultam de avaliações de anos anteriores. Avaliação por exame escrito ou dois testes, complementada por trabalhos computacionais de grupo. Nestes trabalhos computacionais há uma aplicação directa dos conhecimentos a problemas de aplicação nas ciências e engenharia.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures presenting the notions and where the main results are proved. Problem classes where the results and techniques shown in the lectures are worked out. Some of these problems have been used in previous exams. The evaluation consists in an exam or two tests, complemented by computational group homeworks, where the practical knowledge is applied to some problems in science or engineering.

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

A metodologia de ensino segue a prática usual das principais universidades, centrando-se num aspecto teórico e computacional. Tem estas duas componentes explícitas nas aulas teóricas e de problemas, que são alvo de avaliação

por exame ou testes, o que é complementado na prática computacional dos trabalhos de grupo, com um apoio em aulas de dúvidas.

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

The teaching methodology follows the usual practice in the main universities, focusing both theoretical and computational aspects. It has these two aspects in the lectures and in the problem sessions, which are then evaluated by exam or tests, and this is complemented by the computational practice in the homeworks, which have support in office hours.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, P.G. Ciarlet, 1982, Masson, Paris;
Introductory Functional Analysis with Applications, E. Kreyszig, 1989, Wiley, New York;
Theoretical Numerical Analysis: A Functional Analysis Framework, K. Atkinson, W. Han, 2001, Springer-Verlag;
Linear integral equations, R. Kress, 1999, App. Math. Sci. 82, Springer-Verlag;
Iterative solution of nonlinear equations in several variables, J. M. Ortega, W. Rheinboldt, 1970, Academic Press, New York;
Practical optimization, P. E. Gill, W. Murray, M.H.Wright, 1981, Academic Press, London-New York*

Mapa IX - Grupo de Renormalização

6.2.1.1. Unidade curricular:

Grupo de Renormalização

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

Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso (0.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Introduzir os conceitos fundamentais de teoria quântica do campo e integral de Feynman, incluindo o grupo de renormalização e as teorias de gauge.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduce the basic notions of quantum field theory and the Feynman integral, including the renormalization group and gauge theory.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Integrais em Dimensão Finita: Função de partição e energia livre; Pontos de sela, fórmulas para aproximações assintóticas e somabilidade de Borel; Diagramas de Feynman e teorema de Wick.
Integral de Feynman: Funcional de acção clássico e quântico; Definição de integral de Feynman; Oscilador harmónico forçado; Funções de Green e propagadores; Funções de correlação e formalismo de operadores.
Teoria do Campo Escalar: expansão perturbativa, divergências e regularização dimensional; Renormalização e funções-beta; Secções eficazes, unitariedade, causalidade e representação de Lehmann.
Grupo de Renormalização: Espaço real e de momento; Pontos fixos, dimensões anómalas e expoentes críticos; Grupo de renormalização, acção efectiva e potencial efectivo; Operadores compostos e OPE's.
Teoria de Gauge: Fermiões, QED e QCD; Identidades de Ward-Takahashi; Quantização perturbativa, Faddeev-Popov, ghosts e unitariedade; Renormalização, funções- β ; e liberdade assintótica.*

6.2.1.5. Syllabus:

*Finite Dimensional Integrals: Partition function and free energy; Saddle points, formulae for asymptotic approximations and Borel summability; Feynman diagrams and Wick's theorem.
Feynman Integral: Classical and quantum action functional; Definition of Feynman integral; Forced harmonic oscillator; Green functions and propagators; Correlation functions and operator formalism.
Scalar Field Theory: perturbative expansion, divergences and dimensional regularization; Renormalization and beta functions; Cross-sections, unitarity, causality and Lehmann representation.
Renormalization Group: Real and momentum space; Fixed points, anomalous dimensions and critical exponents; Renormalization group, effective action, effective potential; Composite operators and OPE's.
Gauge Theory: Fermions, QED and QCD; Ward-Takahashi identities; Perturbative quantization, Faddeev-Popov, ghosts and unitarity; Renormalization, β -functions and asymptotic freedom.*

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

Estudo dos conceitos fundamentais de teoria quântica do campo e integral de Feynman, incluindo o grupo de renormalização e as teorias de gauge; os tópicos leccionados permitem não só um estudo tão aprofundado quanto possível da área, como também o seu uso em disciplinas posteriores.

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

Introduction to the basic concepts of quantum field theory and Feynman integrals, including the study of renormalization group theory and gauge theory.

Concepts selected so as to allow for an in depth study of the subject as well as to allow for their later usage in future courses.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, complementadas com trabalhos de casa baseados em exercícios. Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Trabalhos de casa para exercitar as técnicas introduzidas nas aulas teóricas.

Avaliação: Trabalhos de casa e exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures for introducing the theoretical concepts and proving main results; homeworks for exercising the techniques introduced in the lectures.

Evaluation method: homeworks and exam.

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

Método de ensino/avaliação habitual em cursos avançados de matemática universitária.

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

Standard teaching/evaluation method used in advanced mathematics courses.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Introduction to Gauge Field Theory, D. Bailin and A. Love, 1994, Institute of Physics Publishing;

Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers, Carl Bender and Steven Orszag, 1992, Oxford University Press;

Renormalization, John Collins, 1984, Cambridge University Press;

Statistical Field Theory, Giorgio Parisi, 1998, Addison - Wesley Publishing Company;

An Introduction to Quantum Field Theory, Michael Peskin and Daniel Schroeder, 1995, Addison - Wesley Publishing Company;

Field Theory: A Modern Primer, Pierre Ramond, 1990, Addison - Wesley Publishing Company;

Quantum Field Theory and Critical Phenomena, Jean Zinn-Justin, 1996, Oxford University Press.;

The Theory of Critical Phenomena: An Introduction to the Renormalization Group, J.J. Binney, N.J. Dorwick, A.J.

Fisher and M.E.J. Newman, 1992, Oxford University Press;

Quantum Field Theory,, Lowell Brown, 1992, Cambridge University Press

Mapa IX - Lógica e Verificação de Modelos**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Lógica e Verificação de Modelos

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

Jaime Arsénio de Brito Ramos (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Aplicar lógica na verificação de sistemas de hardware e de software.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Apply logic to the verification of hardware and software.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Lógica proposicional. Diagramas de decisão binária. Lógica CTL. Verificação de modelos. Fairness. Caracterização dos operadores CTL como pontos fixos. Outras lógicas temporais. Verificação de sistemas concorrentes e distribuídos. Simulação e bi-simulação de modelos. Lógica de Hoare. Lógica modal e agentes. Lógica dinâmica. Lógica de 1a ordem, teorias decidíveis e aplicações.

6.2.1.5. Syllabus:

Propositional logic. Binary decision diagrams. Computation Tree Logic (CTL). Model checking. Fairness. Fixed-point characterization of CTL operators. Other temporal logics. Verification of concurrent and distributed systems. Simulation and bisimulation. Hoare logic. Modal logic and agents. Dynamic logic. First-order logic, decidable theories and applications.

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

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

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points aim at giving students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Aulas práticas para exercitar as técnicas apresentadas nas aulas teóricas. A avaliação inclui a realização de fichas ao longo do semestre, um projecto computacional no final do semestre, e um exame escrito que foca os resultados principais.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures for presenting the concepts and proving the mains results. Problem sessions for exercising the techniques introduced in the lectures. Evaluation includes handouts during the semester, a computational project at the end of the semester and a written exam focusing both the key results and the techniques.

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

O método de ensino/avaliação adotado é semelhante ao que é feito nas melhores universidades em que disciplinas semelhantes são oferecidas.

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

The adopted teaching/evaluation method is similar to what is done in the best universities where similar courses are offered.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Logic in Computer Science, Huth & Ryan, 2004, Cambridge University Press;
Principles of Model Checking, Baier & Katoen, 2008, MIT Press*

Mapa IX - Algoritmos em Estruturas Discretas

6.2.1.1. Unidade curricular:

Algoritmos em Estruturas Discretas

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

Luis Manuel Silveira Russo (63.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Os algoritmos em estruturas discretas têm desempenhado um importante papel em muitas aplicações em áreas da ciências da computação e, por conseguinte, constituem uma importante componente da formação em algoritmia. Esta unidade curricular tem como principal objectivo a análise de diversos algoritmos eficientes para a pesquisa de padrões em textos, árvores e grafos. Os alunos deverão desenvolver competências teóricas e práticas. Na componente teórica serão estudadas estruturas de dados avançadas e algoritmos para pesquisa de padrões, por pesquisa online, utilizando árvores e grafos. Na componente prática os alunos irão desenvolver aplicações eficientes para pesquisas de padrões em sequências biológicas ou para a construção de estruturas de dados para recuperação de informação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this course is the analysis of several efficient pattern matching algorithms on strings, trees and graphs. The students should develop theoretical and practical skills. From a theoretical point of view, advanced data structures and pattern matching algorithms, also using online algorithms, on trees and graphs will be studied. Practical skills will include the development of efficient applications of combinatorial pattern matching using biological sequences and the use of advanced data structures for information retrieval.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Estruturas de dados avançadas: B-Trees; Binomial Heaps; Fibonacci Heaps*
2. *Algoritmos online: Knut-Moris-Pratt; Real-time string matching; Shift-And; Match-count and FFT; Método Karp-Rabin*
3. *Algoritmos em Árvores: Arrays de sufixos; Árvores de sufixos; Maior Substring Comum; Estruturas Máximas Repetidas; Linearização de strings circulares; Análise Amortizada; Algoritmo de Ukkonen*
4. *Algoritmos em Grafos: Procura de padrões simples; Cálculo de distâncias; Contagem de árvores; Contagem de sub-grafos*
5. *Aplicações: Biologia Computacional; Recuperação de Informação*

6.2.1.5. Syllabus:

1. *Advanced Data Structures: B-Trees; Binomial Heaps; Fibonacci Heaps*
2. *Online Algorithms: Knut-Moris-Pratt; Real-time String Matching; Shift-And; Match-count and FFT; Karp-Rabin Method*
3. *Algorithms on Trees: Suffix Arrays; Suffix Trees; Longest Common Substring; Maximal Repetitive Structures; Circular String Linearization; Amortized Analysis; Ukkonen's Linear-time Suffix Tree Algorithm*
4. *Algorithms on Graphs: Simple Pattern Matching; Distances in Graphs; Finding Trees in Graphs; Finding Sub-graphs*
5. *Applications: Computational Biology; Information Retrieval*

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

A unidade curricular tem como objectivos a análise de algoritmos para a pesquisa de padrões em textos. Os alunos tem desenvolvido competências teóricas e práticas. Na componente teórica serão estudadas estruturas de dados avançadas e algoritmos para pesquisa de padrões, por pesquisa online, utilizando árvores e grafos. Na componente prática os alunos tem desenvolvido aplicações eficientes de algoritmos de pesquisa. Analizando as instancias desta unidade curricular nos dois últimos anos podemos constatar que estes objectivos são coerentes com os conteúdos programáticos, a matéria lecionada cobrem a maioria das pesquisas de textos em padrões em textos nomeadamente naive, Knuth-Morris-Pratt, Boyer-Moore, Shift-And, e utilizando arvores sufixos. Com esta estrutura de dados são também estudadas procuras mais complexas, como a maior sub-string comum. São também estudadas procuras aproximadas e heaps, que são relevantes para a recuperação de informação.

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

The course aims contain the analysis of algorithms for detecting patterns in texts. Students have developed practical and theoretical skill. In the theoretical component we considered data structures and algorithms for pattern matching and online research, using graphs and trees. In the practical component students have developed efficient search algorithms. Analyzing the instances of this unit in the last two years we can see that these objectives are consistent with the syllabus. The subjects taught cover most of the research texts patterns in texts particularly naive, Knuth-Morris-Pratt, Boyer-Moore, Shift-And, and suffix trees. With this latter data structure we also studied more complex searches, as the longest common sub-string. We also studied approximate searches and heaps, which are relevant to retrieving the information.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino consiste em várias componentes, nomeadamente, aulas teóricas, aulas práticas e no método de avaliação. Durante as aulas teóricas exponho o funcionamento dos algoritmos de procura de padrões referidos no programa. Para estas aulas uso apenas o quadro, em muito poucas aulas slides, visto que o número de alunos, ao longo destes 3 anos, tem sido abaixo dos 30 alunos, das aulas são bastante interactivas e os alunos participam bastante. Qualquer dúvida fica esclarecida na altura, sendo que é possível adequar a forma da exposição para que seja o mais perceptível e apelativa para os alunos. Tipicamente são utilizadas as linguagens C, C++ e Java. A cadeira termina com um

exame final, que tem um peso final de 50%, cada projecto tem um peso de 20% e cada ficha intermédia um peso de 5%.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology consists of several components, namely, theoretical lectures, practical classes and the evaluation method. During the theoretical I describe several algorithms referred to in the program. For these classes I use the board often, and slides on very few classes. Since the number of students, over these three years, has been below 30, the classes are quite interactive and students participate. This makes it easier to clarify doubts and adjust the exposure to be appealing to students.

Typical languages used where C, C++, and Java. The course ends with a final examination, which has a final weight of 50%, each project has a weight 20% and each intermediate sheet has a weight of 5% in the final grade.

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Algorithms on strings Trees, and Sequences, Dan Gusfield, 1997, Cambridge press

Mapa IX - Geometria Riemanniana

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Riemanniana

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

João Luís Pimentel Nunes (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Familiarizar o aluno com conceitos fundamentais da geometria diferencial. Introduzir a linguagem e resultados básicos da geometria Riemanniana, com ênfase no estudo de superfícies no espaço tridimensional.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Familiarize the student with some fundamental concepts of Differential Geometry. Introduce the language and basic results of Riemannian Geometry, with special emphasis on surfaces in three dimensional space.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Variiedades: Espaço tangente; aplicações diferenciáveis; imersões e mergulhos; campos vectoriais, parêntesis de Lie; grupos de Lie; formas diferenciais.

Variiedades Riemannianas, isometrias; conexões afins, conexão de Levi-Civita; geodésicas, propriedades minimizantes de geodésicas; teorema de Hopf-Rinow.

Curvatura: tensor de curvatura, curvatura seccional, tensor de Ricci, curvatura escalar; formas de conexão e de curvatura, equações estruturais de Cartan; imersões isométricas de superfícies no espaço de dimensão três, aplicação de Gauss, curvaturas média e de Gauss, teorema de Gauss, primeira e segunda formas fundamentais.

Aplicações: Índice de um campo vectorial numa singularidade, característica de Euler-Poincaré, teorema de Gauss-Bonnet; teorema de Morse; Relatividade Geral.

6.2.1.5. Syllabus:

Differentiable Manifolds: Tangent space; differentiable maps; immersions and embeddings; vector fields; Lie brackets;

Lie groups; differential forms.

Riemannian Manifolds: isometries; affine connections, Levi-Civita connection; geodesics, minimizing properties of geodesics; Hopf-Rinow theorem.

Curvature: curvature tensor, sectional curvature, Ricci tensor, scalar curvature; connection and curvature forms, Cartan's structure equations; isometric immersions of surfaces in euclidean space, Gauss map, mean and Gaussian curvature; Gauss Theorem; first and second fundamental forms.

Applications: index of a vector field at a singularity; the Euler-Poincaré characteristic; the theorem of Gauss-Bonnet; the theorem of Morse; General Relativity.

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

Os objectivos da disciplina são: familiarizar o aluno com conceitos fundamentais da geometria diferencial. Introduzir a linguagem e resultados básicos da geometria Riemanniana, com ênfase no estudo de superfícies no espaço tridimensional.

Os conteúdos programáticos incluem precisamente os pontos necessários para se atingirem estes objectivos.

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

The main goals of the course are: to familiarize the student with the basic concepts of differential geometry. To introduce the language and basic results of Riemannian geometry, with an emphasis on surfaces in 3-dimensional space.

The program includes precisely the points that are needed to reach these goals.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas em sala de aula. Nas aulas são apresentados e demonstrados os resultados teóricos e também são estudado exemplos em detalhe.

Avaliação: Fichas de avaliação e dois testes escritos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes in a classroom. In class, the theoretical results are presented and proved and examples are also worked out in detail.

Evaluation: Homework problem sets and two written tests.

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

Método de ensino/avaliação habitual em cursos de matemática universitária

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

Standard teaching/evaluation method in basic courses of graduate mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry, W. M. Boothby, 1986, Academic Press;

Differential Forms and Applications, M. P. do Carmo, 1994, Springer-Verlag;

Geometria Riemanniana, M. P. do Carmo, 1979, IMPA;

Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces, A. Gray, 1993, CRC Press;

Geometry of Surfaces, J. Stillwell, 1992, Springer-Verlag

Mapa IX - Algoritmos Avançados**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Algoritmos Avançados

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

Alexandre Paulo Lourenço Francisco (48.51)

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

Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho (14.49)

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

Formação avançada em técnicas de desenvolvimento de algoritmos eficientes e aplicações. Algoritmos para a

resolução de problemas computacionalmente difíceis (NP-Hard). Identificação de aplicações de problemas computacionalmente difíceis. Métodos de procura para problemas NP-Hard. Algoritmos eficientes de aproximação e com escolhas aleatórias. Algoritmos eficientes para processamento online e em tempo real. Algoritmos paralelos e com acesso a memória externa.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Advanced training in techniques for the development of efficient algorithms and applications. Algorithms for solving computationally hard problems (NP-Hard). Identification of applications of computationally hard problems. Search methods for NP-Hard. Efficient algorithms for approximation and random choices. Efficient algorithms for online and real-time. Parallel algorithms and access to external memory.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Algoritmos de Aproximação para problemas NP-Hard. Métodos de procura completos para problemas NP-Hard: branch and bound; identificação de planos de corte; procura com retrocesso. Algoritmos gananciosos; programação dinâmica e algoritmos fracamente polinomiais. Métodos de procura local. Aplicações de Problemas NP-Hard. Algoritmos paralelos e com recurso memória externa. Algoritmos Online e em Tempo Real. Algoritmos com escolhas aleatórias. Algoritmos de aproximação para problemas polinomiais, e.g., algoritmos lineares para MSTs e algoritmos rápidos para cortes mínimos.

6.2.1.5. Syllabus:

Approximation Algorithms for NP-Hard problems. Complete search methods for NP-Hard problems: branch and bound; identifying cutting plans, backtrack search. Greedy algorithms, dynamic programming algorithms and weakly polynomial. Local search methods. Applications of NP-Hard problems. Parallel algorithms and using external memory. Online and real-time algorithms. Algorithms with random choices. Approximation algorithms to polynomial problems, e.g., linear algorithms for MSTs and fast algorithms for minimum cuts.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto (40%) + Exame (60%)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project (40%) + Exam (60%)

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

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

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

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

6.2.1.9. Bibliografia principal:

**Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, G. L. Nemhauser and L. A, 1999, Wiley;
Combinatorial Optimization, 2nd Edition, C. H. Papadimitriou and K. Steiglitz, 1998, Dover**

6.2.1.1. Unidade curricular:

Computabilidade e Complexidade

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

José Félix Gomes da Costa (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Caracterizar classes computacionais, identificar conjuntos completos, distinguir complexidade uniforme de não uniforme e executar reduções.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Characterize computational classes, identify complete sets, distinguish between uniform and nonuniform complexity classes and perform reductions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Modelos de computação. Computabilidade. Computação com recursos limitados no espaço e no tempo. Postulados de Church-Turing e invariância. Classes de complexidade notáveis. Teorias de redução em tempo e espaço limitados. Conjuntos P-completos, NP-completos e PSPACE-completos. Aplicações à Criptografia. Circuitos booleanos. Classes probabilísticas. Diagonalização uniforme. A hierarquia polinomial. Relativização de relações estruturais entre classes de complexidade.

6.2.1.5. Syllabus:

Models of computation. Computability. Time and space bounded computations. Church-Turing and invariance theses. Relevant complexity classes. Time and space bounded reducibilities. P-complete, NP-complete, and PSPACE-complete sets. Applications to Cryptography. Boolean circuits. Probabilistic classes. Uniform diagonalization. The polynomial time hierarchy. Relativization of structural relations between complexity classes.

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

São lecionados os conceitos e técnicas fundamentais de um curso de complexidade, dirigido principalmente a alunos com conhecimentos básicos de ciências da computação, nomeadamente classes de complexidade notáveis, problemas notáveis da complexidade estrutural, conjuntos NP-completos e PSPACE-completos, máquinas de Turing probabilísticas e respetivas classes (PP, BPP e ZPP), a hierarquia (de tempo) polinomial e, finalmente, relativização de relações estruturais.

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

Fundamental concepts and proof techniques in complexity theory are addressed, mainly directed to students with background in Computer Science, namely important complexity classes, central problems in structural complexity, NP-complete and PSPACE-complete sets, probabilistic Turing machines and relative classes (PP, BPP and ZPP), the polynomial time hierarchy, and relativisation of structural relations.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de introdução de conceitos, métodos de prova e resultados. Reserva-se em cada aula um período para discussão de conceitos, ou de novos conteúdos cognitivos, ou ainda da aplicação da complexidade às várias áreas das ciências da informação.

Avaliação: Exercícios (como trabalho fora da sala de aula), testes e exame.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical presentation of concepts, proof methods and results. In each lecture, some time is dedicated to the discussion of concepts, new cognitive contents, as well as concrete applications of complexity to the sciences.

Assessment: Exercises (as homework), tests and exam.

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

Exercícios selecionados, distribuídos ao longo do semestre letivo, para serem resolvidos fora da sala de aula, incidindo sobre os conceitos e métodos do treino teórico. Os exercícios focam os mesmos métodos de prova e resultados similares em contextos diversos dos da exposição teórica.

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

Problem sets distributed along the term, to be solved as homework and focusing on the concepts and proof techniques of the theoretical training. The exercises address the same proof methods and similar results in suitable different contexts from those of the theoretical exposition.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Computational Complexity , Arora & Barak , 2009, Cambridge University Press

Mapa IX - Análise Complexa**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Análise Complexa

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

Maria Cristina Carvalho de Aguiar Câmara (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Aprofundar a formação em Análise Complexa, em particular introduzindo o Teorema de Cauchy global e estabelecendo resultados fundamentais sobre o prolongamento analítico. Iniciar o estudo das superfícies de Riemann elípticas, incluindo o estudo das funções elípticas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To strengthen the knowledge in Complex Analysis, namely introducing the global version of Cauchy's Theorem and presenting fundamental results about analytic continuation. To introduce analysis in elliptic Riemann surfaces, including the study of elliptic functions.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1) Funções analíticas e Teorema de Cauchy global: Propriedades das funções analíticas. Índice. Teorema do módulo máximo, Teorema de Liouville e Teorema de Morera. Teorema Fundamental da Álgebra. Teorema de Cauchy global. Funções meromorfas. Classificação de singularidades. Teorema dos resíduos.
2) Representação de funções inteiras e meromorfa: Produtos infinitos. Produtos de Weierstrass. Factorização de Hadamard. Teorema de Mittag-Leffler.
3) Funções harmónicas: Núcleo de Poisson. Fórmula de Poisson. Teorema de Schwarz-Poisson.
4) Transformações conformes: Transformação de Möbius. Teorema da aplicação de Riemann.
5) Prolongamento analítico: Unicidade do prolongamento analítico directo. Teorema da reflexão de Schwarz. Prolongamento analítico ao longo de linhas. Teorema da monodromia. Fronteiras naturais.
6) Funções elípticas e introdução às superfícies de Riemann: Funções elípticas com zeros e polos dados. Conceito de superfície de Riemann.*

6.2.1.5. Syllabus:

*1) Analytic functions and global Cauchy Theorem: Properties of analytic functions. Index. Maximum modulus, Liouville and Morera's theorems. Fundamental Theorem of Algebra. Global Cauchy theorem. Meromorphic functions. Classification of singularities. Residue theorem.
2) Representation of entire and meromorphic functions: Infinite products. Weierstrass products. Hadamard's factorization. Mittag-Leffler's theorem.
3) Harmonic functions: Harmonic functions. Poisson kernel. Poisson's formula. Schwarz-Poisson's theorem.
4) Conformal mappings: Möbius transformations. Riemann mapping theorem.
5) Analytic continuation: Uniqueness of the direct analytic continuation. Schwarz reflection theorem. Analytic continuation along lines. Monodromy theorem. Natural boundaries.
6) Elliptic functions and introduction to Riemann surfaces: Elliptic functions with given zeros and poles. Notion of Riemann surface.*

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

É aprofundada a formação em Análise Complexa, em particular apresentando o Teorema de Cauchy global e suas consequências, estabelecendo resultados fundamentais sobre o prolongamento analítico e introduzindo as superfícies de Riemann.

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

Strengthening the knowledge in Complex Analysis, namely by presenting the global version of Cauchy's Theorem and its consequences, presenting fundamental results about analytic continuation and introducing the study of Riemann surfaces.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais, complementadas com uma aula semanal de resolução e discussão de problemas de aplicação da matéria dada.
Avaliação: dois testes complementados com teste de recuperação.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*In the lectures, the theoretical concepts and main results are presented, which are supplemented, on a weekly basis, by tutorials for solving problems and exercising the techniques introduced in the lectures.
Evaluation method: two written midterm exams and one retake exam.*

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

Método de ensino/avaliação habitual em cursos de mestrado em Matemática.

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

Standard teaching/evaluation method in MSc courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Complex Analysis, L. Ahlfors, 1979, McGraw-Hill; Complex Analysis,, S. Lang, , 1999, Springer

Mapa IX - Superfícies de Riemann e Curvas Algébricas**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Superfícies de Riemann e Curvas Algébricas

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

Carlos Armindo Arango Florentino (56.0)

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

Nã aplicável. / Not applicable.

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

Introdução dos conceitos e técnicas fundamentais da teoria das superfícies de Riemann e das curvas algébricas, explorando a relação entre os aspectos analíticos e algébricos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to the fundamental concepts and techniques from the theory of Riemann surfaces and algebraic curves, exploring the interplay between the analytic and the algebraic aspects.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Propriedades elementares: Definição de superfície de Riemann, curva algébrica e respectivos morfismos. Exemplos: curvas planas, superfícies hiperelípticas, colagem. A fórmula de Riemann-Hurwitz.
Feixes e cohomologia: Formas diferenciais em superfícies de Riemann. Pré-feixes, feixes e cohomologia de Čech com ênfase em exemplos. Os teoremas de de Rham e de Dolbeault.
Os teoremas fundamentais para superfícies compactas: Divisores, equivalência linear e morfismos para o espaço projectivo. O teorema de finitude e a dualidade de Serre. O teorema de Riemann-Roch e aplicações. Equivalência entre superfícies de Riemann e curvas algébricas não singulares.*

Tópicos opcionais e/ou adicionais:

Singularidades de curvas algébricas. Classificação dos toros complexos. Fibrados invertíveis, o grupo de Picard e a variedade Jacobiana. Os teoremas de Abel e de Jacobi. Uniformização. Espaço de Teichmüller. Superfícies não compactas.

6.2.1.5. Syllabus:

Elementary Properties: Definition of Riemann surface, algebraic curve and respective morphisms. Examples: plane curves, hyperelliptic surfaces, gluing. The Riemann-Hurwitz formula.

Sheaves and cohomology: Differential forms on Riemann surfaces. Presheaves, sheaves and Čech cohomology with emphasis on examples. The theorems of de Rham and Dolbeault.

The fundamental theorems for compact surfaces: Divisors, linear equivalence and morphisms to projective space. The finiteness theorem and Serre duality. The Riemann-Roch theorem and applications. Equivalence between compact Riemann surfaces and nonsingular algebraic curves.

Additional/optional topics:

Singularities of algebraic curves. Classification of complex tori. Line bundles, the Picard group and the Jacobian variety. The theorems of Abel and Jacobi. Uniformization. Non compact Riemann surfaces. Teichmüller space.

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

Esta UC é uma introdução a alguns aspetos de geometria algébrica e geometria diferencial complexa, concentrando-se no caso de dimensão 1, o caso das superfícies de Riemann, onde vários exemplos, cálculos e construções podem ser efetuadas de forma muito concreta. Para adequar os conteúdos a estes objectivos, foram abordados os seguintes tópicos: 1. Topologia das curvas algébricas: Definição de superfície de Riemann e de curva algébrica. Classificação topológica das superfícies compactas. Singularidades. Morfismos e a fórmula de Riemann-Hurwitz. 2. Cohomologia de feixes: Pré-feixes e feixes; cohomologia de Čech. Os teoremas de de Rham e de Dolbeault. 3. Superfícies de Riemann compactas: Definição e equivalência entre feixes invertíveis, divisores e fibrados linha. O teorema de Riemann-Roch; dualidade de Serre. igualdade entre os géneros. Aplicações. Morfismos projectivos e sistemas lineares. 4. Espaços moduli: Moduli de fibrados linha e a variedade Jacobiana. Os teoremas de Abel e de Jacobi.

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

This CU aims to be an introduction to some aspects of algebraic and complex differential geometry, concentrating on the dimension 1 case, the case of Riemann surfaces, where many examples, computations and constructions can be carried out in a very concrete way. The coherence of the syllabus with these goals was accomplished by covering the following topics: 1. Topology of algebraic curves: Definition of algebraic curve and of Riemann surface. Topological classification of compact surfaces. Singularities. Morphisms and Riemann-Hurwitz formula. 2. Sheaf Cohomology: Presheaves and sheaves; Čech cohomology. The de Rham and Dolbeault theorems. 3. Compact Riemann surfaces: Definition and equivalence between invertible sheaves, divisors and line bundles. The Riemann-Roch theorem; Serre's duality. The equality of genera. Applications. Morphisms to projective space and linear systems. 4. Moduli spaces: The Moduli space of line bundles and the Jacobian variety. The Theorems of Abel and Jacobi.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os temas abordados foram leccionados nas aulas, incluindo a demonstração dos resultados principais, a elaboração das técnicas mais utilizadas, e a resolução de exercícios típicos. Foram distribuídas fichas de problemas aos alunos, com periodicidade quinzenal. A avaliação tem em conta a resolução dos exercícios das fichas (10%) e o exame final escrito (90%), que incide sobre toda a matéria leccionada.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The topics covered were taught in the lectures, including the proofs of the main results, the explanation of the most useful techniques, and by solving some of the most common exercises. Homework Problem Sets were assigned to the students, every other week. The final grade comes from a combination of the resolution of the Homework Assignments (10%) and the written Final Exam (90%), which covers all of the lectured material.

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente dos temas abordados, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular, e simultaneamente, uma avaliação justa e adequada ao nível de ensino em causa (neste caso, o mestrado, ou segundo ciclo).

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

The teaching and grading methods have been designed to allow students to develop a deep understanding of the course subject, which ensures compliance with the course unit objectives, and simultaneously, an evaluation system which is fair and adequate to the level of the students (in this case, the master, or second cycle).

6.2.1.9. Bibliografia principal:

**Algebraic curves and Riemann surfaces, R. Miranda, 1994, Amer. Math. Soc;
Complex Algebraic Curves, F. Kirwan, 1992, London Math. Soc, Student Texts 23**

Mapa IX - Estatística Biomédica

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estatística Biomédica

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

Giovani Loiola da Silva (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Estudo de três grandes tópicos da Estatística com importantes aplicações biomédicas: Modelos Lineares Generalizados, Análise de Sobrevivência e Delineamento e Análise de Ensaio Clínicos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Study of three topics of Statistics with important biomedical applications: Generalized Linear Models, Survival Analysis and Design and Analysis of Clinical Trials.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Modelos Lineares Generalizados

Caracterização geral e análise estatística. Regressão binomial (logística e outras), Regressão Poisson e Modelos Log-lineares como casos especiais.

Análise de Sobrevivência

Modelos de falha e tipos de censura. Inferência em modelos paramétricos. Comparação de curvas de sobrevivência. O modelo de hazards proporcionais de Cox. Modelos de taxa de falha acelerada. Métodos de ajustamento.

Dimensionamento de amostras para estudos de análise de sobrevivência.

Ensaio Clínicos

Generalidades sobre EC. Problemas na condução do EC. Tipos de delineamento experimental em EC. Métodos estatísticos para o EC. Procedimentos Mantel-Haenszel. EC crossover. EC sequenciais. Análise de preferências.

6.2.1.5. Syllabus:

Generalized Linear Models

General features and statistical analysis. Binomial Regression (with various link functions), Poisson Regression and Log-linear models as special cases.

Survival Analysis

Failure models and types of censoring. Inference in parametric models. Comparing survival curves. Cox proportional hazards model. Accelerated failure time models. Goodness-of-fit tests.

Clinical Trials

Generalities. Problems on conducting clinical trials. Types of experimental designs. Statistical methods. Mantel-Haenszel procedures. Crossover clinical trials. Sequential clinical trials. Analysis of preferences.

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

Os conteúdos programáticos incidem sobre a inferência estatística em modelos lineares generalizados, análise de sobrevivência e ensaios clínicos. Estes permitem aos alunos desenvolver e compreender os métodos de estimação, os testes de hipóteses e a predição e a avaliação dos modelos nestes três tópicos da Estatística Aplicada às Ciências Biomédicas. Os alunos são também desafiados a aplicar os respetivos métodos estatísticos usando dados reais e avaliando e interpretando os seus resultados, para consolidar a componente prática da unidade curricular.

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

The syllabus focus on statistical inference in generalized linear models, survival analysis and clinical trials. These allow students to develop and understand the methods of estimation, hypothesis tests and prediction and evaluation of the models in these three topics of Applied Statistics to Biomedical Sciences. Students are also challenged to apply associated statistical methods using real data and evaluating and interpreting their results, to consolidate the practical component of the curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa é ministrado através de aulas teóricas/práticas (4 horas semanais). As aulas teóricas visam desenvolver os métodos inferenciais dos conteúdos programáticos, enquanto as aulas práticas ilustram tal conteúdo com problemas

teóricos e análise de dados reais. Os alunos fazem a avaliação de conhecimentos através de um relatório, envolvendo a análise de dados reais com o uso de algum software estatístico, mais um exame escrito que corresponde a 50% da nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The program is taught through theoretical and practical classes (4 hours weekly). The theoretical classes aim to develop inferential methods of the syllabus, while practical classes illustrate such syllabus with theoretical problems and real data analysis. Students take the course assessment by a report, involving the real data analysis and the use of some statistical software, plus a written exam that corresponds to 50% of the final grade.

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

As metodologias de ensino estão associados aos objetivos da unidade curricular, permitindo que os alunos tenham componentes quer teórica quer prática sobre modelos lineares generalizados, análise de sobrevivência e ensaios clínicos. Assim, considera-se crucial que os alunos possam desenvolver os métodos inferenciais dos conteúdos programáticos mas também aplicar tais métodos a situações reais com o emprego de meios computacionais apropriados. Consequentemente, justifica-se aqui um exame escrito centrado nas componentes teóricas e práticas dos modelos lineares generalizados, análise de sobrevivência e ensaios clínicos, bem como um relatório que permite aos alunos ter de facto um contacto com problemas reais e realizar cabalmente uma análise estatística de dados.

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

The teaching methodologies are linked to the aims of the curricular unit's objectives, allowing students to have both theoretical or practical components on generalized linear models, survival analysis and clinical trials. Thus, it is crucial that students can develop inferential methods of the syllabus but also to apply such methods to real life situations with the use of appropriate computational means. Consequently, it is justified here a written exam focusing on theoretical and practical components of generalized linear models, survival analysis and clinical trials, as well as a report that allows students to actually have contact with real problems and perform a statistical data analysis analysis fully.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

**Modelos Lineares Generalizados: da teoria à prática, M. A. Amaral-Turkman, G. L. Silva, 2000, Sociedade Portuguesa de Estatística;
Statistical Models and Methods for Lifetime Data, J. F. Lawless, 1982, Wiley;
Clinical Trials. A practical approach, S. J. Pocock, 1983, John Wiley. Chichester**

Mapa IX - Desenvolvimento e Verificação de Software

6.2.1.1. Unidade curricular:

Desenvolvimento e Verificação de Software

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

Joao Marques Silva (42.0)

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

Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva (21.0)

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

Esta UC pretende cobrir diversos tópicos relacionados com o desenvolvimento de software robusto, incluindo teste, detecção de erros, verificação e metodologias para a construção de código robusto. O foco será nas metodologias mais recentes que permitem o desenvolvimento de software robusto a custo moderado. Pretende-se que esta UC efectue a ligação entre os fundamentos teóricos e a aplicação prática dos diversos tópicos cobertos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This CU is intended to cover various topics related to the development of robust software, including testing, error detection, and verification methodologies for building robust code. The focus will be on the latest methodologies that enable the development of robust software at moderate cost. It is intended for this CU to make the connection between the theory and the practical applications of the various topics covered.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Técnicas de debugging. Geração automática de testes. Instrumentalização e monitorização em runtime. Detecção de

invariantes. Detecção e análise de problemas de desempenho. Métodos de caixa-negra. Introdução à análise estática. Sistemas de tipos. Detecção de erros. Análise de programas. Verificação de modelos.

6.2.1.5. Syllabus:

Debugging techniques. Automatic test generation. Instrumentation and runtime monitoring. Invariant detection. Detection and analysis of performance problems. Black-box methods. Introduction to static analysis. Type systems. Error detection. Program analysis. Model checking.

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

A unidade curricular de Desenvolvimento e Verificação de Software apresenta o conteúdo programático seguinte: técnicas de debugging, geração automática de testes, instrumentalização e monitorização em runtime, detecção de invariantes, detecção e análise de problemas de desempenho, métodos de caixa-negra, introdução à análise estática, sistemas de tipos, detecção de erros, análise de programas, verificação de modelos. As aulas seguem o conteúdo programático previsto, adaptando pontualmente a ênfase dada a alguns dos tópicos leccionados, dependendo do interesse dos alunos.

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

The module Design and Verification of Software includes the following program: debugging techniques, automatic test generation, runtime instrumenting and monitoring, invariant detection, detection and analysis of performance issuers, blackbox methods, introduction to static analysis, type systems, error detection, program analysis, model checking. The lectures follow the planned program, with different emphasis given to some of the topics, depending on student interest.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino está organizado em aulas teórica e prático-laboratoriais presenciais. As aulas teóricas são suportadas por slides e por exemplos práticos. As aulas de prático-laboratoriais focam casos de estudo. Avaliação: projecto (30%), apresentação de um tópico (30%), e exame final (40%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course delivery is organized in lectures and laboratory/demonstration sessions. The lectures are supported by slides and practical examples. The laboratory/demonstration sessions focus on case studies. Grading: project (30%), presentation of a topic (30%), and final exam (40%).

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

Dado DVS ser uma unidade curricular do 2º ciclo, as metodologias de ensino e avaliação revelam-se adequadas aos tópicos leccionados. Um dos objectivos principais é proporcionar aos alunos um contacto com um conjunto alargado de tópicos, optando ocasionalmente por um maior aprofundamento das matérias leccionadas. A aprendizagem é validada através de um projecto, da apresentação de um tópico, e de um exame final que testa os conhecimentos adquiridos.

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

Given that DVS is a 2nd cycle module, the teaching and assessment methodologies have been shown effective given the lectured topics. One of the main objectives is to offer the students contact with a comprehensive number of topics, occasionally opting for a greater depth of the topics lectured. Learning is validated through a project, the presentation of a topic, and a final exam that assesses the understanding of the topics lectured.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis, D. Jackson, 2006, MIT Press;
Introduction to Software Testing, P. Amman and J. Offutt, 2008, Cambridge University Press*

Mapa IX - Introdução aos Processos Estocásticos

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução aos Processos Estocásticos

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

Manuel João Cabral Morais (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Desenvolver nos alunos aptidões para a modelação de sistemas estocásticos e para o reconhecimento e utilização de tipos comuns de processos estocásticos. Os alunos devem saber resolver problemas básicos associados ao processo de Poisson e suas variantes, processos de renovamento, cadeias de Markov em tempo discreto e em tempo contínuo e ao movimento browniano.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop skills to model stochastic systems and to identify and use the most common types of stochastic processes. The students should know how to solve basic problems associated to the Poisson process and derived processes, renewal processes, discrete and continuous time Markov chains, and Brownian motion.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Processos estocásticos e sua caracterização; questões estudadas no âmbito dos processos estocásticos; exemplos de processos estocásticos. Processos de Poisson e suas variantes; transformações de processos de Poisson. Processos de renovamento e suas variantes; equações de tipo renovamento e teorema fundamental do renovamento; paradoxo da inspecção. Cadeias de Markov em tempo discreto e em tempo contínuo; comportamento transiente e limite; distribuições estacionárias; classificação de estados; tempos de primeira passagem; probabilidades de absorção; cadeias de Markov com custos/recompensas; reversibilidade temporal; processos de nascimento e morte. Movimento browniano; tempo até absorção; máximos; problema da ruína de um jogador; processos derivados do movimento browniano; aplicações ao valor de opções.

6.2.1.5. Syllabus:

Stochastic processes and their characterization; questions studied about stochastic processes; examples of stochastic processes. The Poisson process and its variants; transformations of Poisson processes. Renewal processes and their variants, renewal-type equations and the key renewal theorem; the inspection paradox. Discrete and continuous time Markov chains; transient and limit behaviour; stationary distributions; classification of states; first passage times; absorption probabilities; Markov chains with costs/rewards; reversible Markov chains; birth and death processes. Brownian motion; hitting times; maximum variable; the gambler's ruin problem; variants of the Brownian motion; applications to pricing stock options.

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

Os conteúdos programáticos abrangem processos estocásticos chave; a forma como estes são apresentados permite não só a familiarização com os mesmos mas também uma reflexão sobre as suas limitações e aplicações a problemas reais.

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

The syllabus covers key stochastic processes; the way they are presented allows the students not only to be familiarized with them but also to ponder over their limitations and applications to real life problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas com cerca de 20 alunas/os e a seguinte estrutura: motivação de um resultado relevante, enunciado do resultado, apresentação de um exemplo complementada por exercícios. Os exercícios são marcados e distribuídos pelas/os alunas/os com antecedência e resolvidos pelas/os alunas/os no quadro já que "se aprende melhor Matemática de forma ativa que passiva".

A avaliação é feita por dois testes, com igual peso (20 valores cada um) sendo que: a duração de cada teste é de 1 hora e 30 minutos; o 1º Teste realiza-se durante o período lectivo; o 2º Teste realiza-se durante a Época Normal; para obter aprovação na UC, um aluno necessita de obter notas não inferiores a 7.0 valores em cada um dos testes; as/os alunas/os podem efetuar recurso ou do 1º Teste ou do 2º Teste ou de ambos na Época de Recurso; sempre que um aluno efetuar recurso de um teste, a nota obtida releva para a classificação final na UC apenas caso seja superior à anteriormente obtida.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Class with around 20 students and the following structure: motivation of a relevant result, statement of the result, presentation of an example followed by exercises. The exercises are chosen and assigned to students in advance, and are solved by the students on the blackboard because "Mathematics is better learned actively than passively".

The assessment method comprises two tests, with the same weight in the final grade (20 points each) and focusing on different parts of the syllabus: the duration of each test is of 1 hour and 30 minutes; the 1st. Test takes place during term time; the 2nd. Test takes place during the exams period; to pass the course, a student must attain at least 7.0 points in each test; the students can repeat the 1st. Test, the 2nd. Test or both tests.

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

Abordagem habitual em disciplinas de nível intermédio/licenciatura na área de Probabilidades e Estatística.

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

Usual approach to intermediate/undergraduate courses on Probability and Statistics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Modeling and Analysis of Stochastic Systems, V. G. Kulkarni, 1995, Chapman & Hall, London;
Stochastic Processes, S. M. Ross, 1995, John Wiley & Sons, New York, 2nd ed*

Mapa IX - Introdução a Matematica Financeira

6.2.1.1. Unidade curricular:

Introdução a Matematica Financeira

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

Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

O estudo de conceitos básicos de matemática financeira e de processos estocásticos associados.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The study of mathematical finance problems and associated stochastic processes.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos preliminares a. Conceitos básicos de finanças (taxas de juro, obrigações, acções, dividendos); b. Produtos derivados: futuros, opções swaps; c. Arbitragem: avaliação de futuros, paridade de call-put, futuros de taxa de juro; d. Hedging. 2. Modelos discretos a. Modelo binomial: avaliação por arbitragem/valor esperado b. Árvore binomial e avaliação por arbitragem; c. Modelo trinomial: mercados incompletos; 3. Modelos contínuos a. Processos estocásticos contínuos; b. Movimento Browniano e modelo Log-Browniano; c. Integral de Itô; d. Soluções explícitas de Equações Diferenciais Estocásticas; e. Cálculo de Itô; f. Teorema de Girsanov; g. Estratégias de Hedging; h. Modelo de Black-Scholes.

6.2.1.5. Syllabus:

1. Preliminary concepts a. Basic definitions of finance (return rates, bonds, stocks, payoffs) b. Derivatives: futures, options, swaps; c. Arbitrage: futures evaluation, call-put parity, interest rate futures; d. Hedging. 2. Discrete Models a. Binomial model: arbitrage and expectation pricing; b. Binomial tree model; c. Trinomial model: incomplet markets. 3. Continuous Models a. Stochastic process; b. Brownian motion and Log-Brownian model; c. Itô's integral; d. Explicit solutions of stochastic differential equations; e. Itô's calculus; f. Girsanov's theorem; g. Hedging strategies; h. Black-Scholes model.

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

Todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.4, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para o cálculo clássico de matemática financeira, com particular ênfase no cálculo de Itô e sua importância na determinação do preço de opções financeiras do tipo Europeu. São apresentados os fundamentos de matemática financeira, numa perspectiva matemática, recorrendo a resultados de teoria da medida, equações diferenciais estocásticas e cálculo de Itô.

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

All the syllabus points (point 6.2.1.4) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to understand the fundamentals of mathematical finance and the pricing question, in particular of plain-vanilla options. In the course the foundations of mathematical finance are presented, using measure theory, stochastic differential

equations and Itô's calculus.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde são apresentados os resultados, demonstrações (quando assim se justifica) e ilustração dos mesmos com problemas. Avaliação individual através de exame final (ou, em alternativa, através de testes).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes for introducing the definitions, results and their proof (when justified) and application to particular situations of pricing and finance.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através de exposição dos resultados e sua demonstração e aplicação a problemas mais concretos.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the presentation of the results, their proofs and applications in particular situations.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Financial Calculus : An Introduction to Derivative, M. Baxter and A. Rennie, 1996, Cambridge University Press, Cambridge; Options, Futures and Other Derivatives, J. Hull, 2008, Prentice Hall, New York

Mapa IX - Teoria da Probabilidade

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria da Probabilidade

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

Manuel João Cabral Morais (56.0)

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

Nã aplicável. / Not applicable.

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

Expôr os alunos à teoria da probabilidade a um nível intermédio e, nomeadamente a espaços de probabilidade, variáveis aleatórias e distribuições; transformadas de variáveis e vectores aleatórios; independência; integração e esperança matemática; convergência de sucessões de variáveis aleatórias e teoremas limite clássicos; esperança condicional e martingalas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce students to probability theory at an intermediate-level, covering probability spaces, random variables and distributions, transforms of random variables and vectors; independence, integration and expectation, convergence of sequences of random variables and classical limit theorems, conditional expectation and martingales.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Espaços de probabilidade: experiências aleatórias; acontecimentos e classes de acontecimentos; probabilidade condicional.*
- 2. Variáveis aleatórias: operações/transformações de variáveis aleatórias; distribuições e funções de distribuição; transformadas de variáveis e vectores aleatórios.*
- 3. Independência: critérios de independência; funções de variáveis independentes; acontecimentos independentes; aplicações a modelos estocásticos.*
- 4. Esperança matemática: propriedades; integrais com respeito a funções de distribuição; cálculo da esperança matemática; momentos de variáveis e vectores aleatórios; desigualdades estocásticas.*

5. Convergência de sucessões de variáveis aleatórias:

tipos de convergência e relações entre os mesmos; convergência via transformações; aplicações.

6. Teoremas limite clássicos: sucessões de variáveis aleatórias independentes; lei forte dos grandes números; teorema do limite central; lei do logaritmo iterado; aplicações.

7. Esperança condicional

8. Martingalas

6.2.1.5. Syllabus:

1. Probability spaces: random experiments; sets and classes of sets; conditional probability.

2. Random variables: operations/transformations of random variables; distributions and distribution functions; transforms of random variables and vectors.

3. Independence: criteria for independence; functions of independent random variables; independent events; applications to occupancy problems and stochastic processes.

4. Expectation: fundamental properties; integrals with respect to distribution functions; computation of expectations; moments of random variables and vectors; stochastic inequalities.

5. Convergence of random sequences: modes of convergence and relations among them; convergence under transformations; applications.

6. Classical limit theorems: series of independent random variables; the strong law of large numbers; the central limit theorem; the law of the iterated logarithm; applications.

7. Conditional expectation

8. Martingales

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

Os conteúdos programáticos cobrem em detalhe noções chave em Probabilidade; a forma como estes são apresentados permite não só a familiarização com os mesmos mas também uma reflexão sobre as suas limitações e aplicações a problemas reais.

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

The syllabus covers in detail key notions in Probability; the way they are presented allows the students not only to be familiarized with them but also to ponder over their limitations and applications to real life problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Motivação de um resultado relevante, enunciado do resultado, apresentação de um exemplo complementada por exercícios. Os exercícios são marcados e distribuídos com antecedência e resolvidos pelas/os alunas/os no quadro já que "se aprende melhor Matemática de forma ativa que passiva".

A avaliação é feita por 2 testes (20 valores cada um) com a duração 1h30m cada um. Para obter aprovação na UC, um aluno necessita de obter notas não inferiores a 7.0 valores em cada um dos testes; as/os alunas/os podem efetuar recurso ou do 1º Teste ou do 2º Teste; sempre que um aluno efetuar recurso de um teste, a nota obtida nesse recurso releva para a classificação final apenas caso seja superior à obtida durante o período letivo 1º Teste ou na Época Normal 2º Teste.

A avaliação pode ser complementada pela elaboração de um relatório sobre um seminário de "Probabilidades e Estatística" a que o Aluno tenha assistido.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Motivation of a relevant result, statement of the result, presentation of an example followed by exercises. The exercises are chosen and assigned to students in advance, and are solved by the students on the blackboard because "Mathematics is better learned actively than passively".

The assessment method comprises two tests, with the same weight in the final grade (20 points each) and focusing on different parts of the syllabus: the duration of each test is of 1 hour and 30 minutes; the 1st. Test takes place during term time; the 2nd. Test takes place during the exams period; to pass the course, a student must attain at least 7.0 points in each test; the students can repeat the 1st. Test, the 2nd. Test or both tests.

The assessment can be complemented by a report on a seminar on "Probability and Statistics" the student has attended.

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

Abordagem habitual em disciplinas da área de Probabilidades e Estatística ao nível do mestrado.

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

Usual approach to graduate courses on Probability and Statistics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Probability, A. F. Karr, 1993, Springer-Verlag

Mapa IX - Seminário de Investigação e Relatório B**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário de Investigação e Relatório B

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

Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Adquirir cultura específica da área da Matemática.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

General knowledge of Mathematics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Seminários sobre tópicos fundamentais de Matemática.

6.2.1.5. Syllabus:

Seminars covering fundamental topics of Mathematics.

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

Forma usual para transmitir e adquirir cultura específica sobre uma área da Matemática.

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

Usual way to transmit and acquire specific culture on Mathematics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação contínua.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Assessment during the course.

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

Metodologia habitual em disciplinas de seminário.

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

Usual methodology in seminars.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia utilizada nesta UC é designada de acordo com o tema escolhido pelo aluno e recomendada pelo orientador.

The Course Unit bibliography is recommended by the advisor taking into consideration the project subject.

Mapa IX - Combinatória e Teoria de Códigos**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Combinatória e Teoria de Códigos

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

Maria Joana Mendes Bordalo Ventura (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Introduzir os alunos à Teoria Combinatória dos Códigos e suas relações com outros problemas combinatórios. Os alunos aplicam conhecimentos de álgebra linear e de técnicas de contagem a importantes problemas das tecnologias da informação como codificação digital, memórias de paridade, protocolos de internet.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce the student to the combinatorial theory of codes and its relations with other problems in combinatorics. The students apply linear algebra and counting techniques to important problems of information technology, such as digital coding, parity memories and internet protocols.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Matemática Discreta Enumerativa: Princípio de inclusão-exclusão. Funções geradoras. Relações de recorrência. Teoria de Códigos: O problema principal da Teoria de Códigos. Corpos finitos e espaços vectoriais sobre corpos finitos. Códigos lineares. Códigos cíclicos.

6.2.1.5. Syllabus:

Enumerative discrete mathematics: Inclusion-exclusion principle. Generating functions. Recurrence relations. Coding theory: The main problem of coding theory Finite fields and vector spaces over finite fields. Linear codes. Cyclic codes.

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

O programa é constituído por duas componentes. Na primeira, são introduzidos conceitos básicos sobre matemática discreta enumerativa. Na segunda, são apresentados os fundamentos da teoria de códigos, dando-se especial ênfase aos códigos lineares onde os alunos devem aplicar os conhecimentos já adquiridos de álgebra linear e as técnicas de contagem aprendidas na primeira parte.

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

The syllabus has two components. In the first one, basic notions on enumerative discrete mathematics are introduced. In the second one, the fundamentals of coding theory are presented, with special focus on linear codes where students should apply linear algebra and counting techniques.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (4 horas semanais) de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Avaliação por exame ou dois testes escritos, e trabalhos de casa ao longo do semestre.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (4 hours per week) for presenting the concepts and proving the mains results. Evaluation by written exam or two midterms, and homework assignments during the class period.

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades em disciplinas básicas de Matemática.

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

Teaching/evaluation method usual in the best universities for basic courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A First Course in Coding Theory Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series, R.A. Hill, 1996, Oxford University Press;

*Discrete and Combinatorial Mathematics, Grimaldi, R, 2003, Addison-Wesley- Longman***Mapa IX - Análise Funcional****6.2.1.1. Unidade curricular:***Análise Funcional***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Paulo Jorge da Rocha Pinto (56.0)***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Não aplicável. / Not applicable.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Domínio dos aspectos básicos da teoria dos espaços de Hilbert, dos espaços de Banach e da teoria dos operadores lineares em espaços de Hilbert e de Banach***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Knowledge of the basic notions of the theory of Hilbert and Banach spaces and of linear operator theory in Hilbert and Banach spaces.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Generalidades sobre espaços métricos: sucessões de Cauchy, completude e completção. Espaços de Hilbert: produtos internos, ortogonalidade, bases hilberteanas, cálculo da aproximação óptima, série de Fourier, relação de Parseval. Operadores lineares limitados em espaços de Hilbert: funcionais em espaços de Hilbert, operadores adjuntos, autoadjuntos, unitários, normais, projecção ortogonais, subespaços invariantes, operadores compactos. Teoria espectral dos operadores autoadjuntos compactos: o teorema espectral, cálculo operatorial para operadores autoadjuntos compactos. Espaços de Banach: espaços duais, o teorema de Hahn Banach, espaços reflexivos, os teoremas da aplicação aberta e do gráfico fechado, o princípio da limitação uniforme. Álgebras de Banach: invertibilidade, ideais maximais, espectro. Operadores compactos em espaços de Banach: teoria de Riesz-Schauder. Operadores de Fredholm: caracterizações dos operadores de Fredholm, propriedades do índice, álgebras de Calkin.***6.2.1.5. Syllabus:***General results about metric spaces: Cauchy sequences, completeness and completion. Hilbert spaces: inner products, orthogonality, bases in Hilbert spaces, best approximation, Fourier series, Parseval formula. Bounded linear operators in Hilbert spaces: functionals in Hilbert spaces, adjoint operators, self-adjointness, unitary, normal operators, orthogonal projections, invariant subspaces, compact operators. Spectral theory of self-adjoint compact operators: the spectral theorem, functional calculus for self-adjoint compact operators. Banach spaces: dual spaces, the theorem of Hahn-Banach, reflexive spaces, the open mapping and closed graph theorems, the principle of uniform boundedness. Banach algebras: invertibility, maximal ideals, spectrum. Compact operators in Banach spaces: Riesz-Schauder theory. Fredholm operators: characterization of Fredholm operators, stability theorems, properties of the index, Calkin algebra.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Domínio dos aspectos básicos da teoria dos espaços de Hilbert, dos espaços de Banach e da teoria dos operadores lineares em espaços de Hilbert e de Banach.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***Knowledge of the basic notions of the theory of Hilbert and Banach spaces and of linear operator theory in Hilbert and Banach spaces.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A matéria é ministrada através de aulas teóricas (4h semanais), nas quais 1:30 são dedicadas à resolução de problemas que ilustram a matéria teórica.**Os alunos podem optar por uma das seguintes duas vias de avaliação: ou 2 Testes durante o semestre ou Teste de recuperação durante a época de exames.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final exam. Contents are taught through classes (4h per week): 3h00 taught through theoretical classes where and 1h00 problem-solving classes exemplifying theoretical contents.

The students may choose one of the following evaluation options: 2 Tests during lecturs or a Recovery Test during the exams period.

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos, por um lado, desenvolvam conhecimentos e uma sólida visão crítica dos métodos e instrumentos estudados e, por outro, competências para aplicar os modelos a casos reais, em conformidade com os objectivos da unidade curricular. Para tal, nas aulas teóricas recorre-se frequentemente a casos/exemplos de aplicação ilustrando, por um lado, as problemáticas a resolver e os desafios a vencer e, por outro, as potencialidades e limitações dos métodos, enquanto que, nas aulas práticas, aplicam-se os mesmos a problemas seleccionados. A avaliação individual é assegurada através dos testes e exame escrito.

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

The teaching and assessment methods have been conceived so that the students, on one hand, develop knowledge and a solid critical understanding of the studied methods and tools and, on the other, skills to apply these models to real-life cases, in conformity to the objectives of this curricular unit. With this purpose, in the theoretical classes, cases/application examples are used to illustrate, on one hand, the problems and challenges to overcome and, on the other, the potentialities and limitations of the methods, while the practical classes are devoted to apply those models to selected exercises. The individual assessment is assured through tests and written examination.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*A Course in Functional Analysis, J. B. Conway, 1990, New York;
Basic Operator Theory, I. Gohberg e S. Goldberg, 1981, Birkhäuser, Basel;
Introductory Functional Analysis, E. Kreyszig, 1978, Wiley, New York;
Functional Analysis, B. V. Limaye, 1981, Wiley Eastern Limited, New Dehli;
Introduction to Functional Analysis, A. E. Taylor e D. C. Lay, 1980, Wiley, New York;
Apontamentos de Análise Funcional I, F. S. Teixeira e A. B. Lebre, 1995, IST*

Mapa IX - Dissertação de Mestrado em Matemática e Aplicações**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Dissertação de Mestrado em Matemática e Aplicações

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

Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre (0.0)

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

Nuno Miguel Matos Ramos Martins (0.0), Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar Gomes (0.0), Gustavo Rui Gonçalves Fernandes de Oliveira Granja (0.0), João Filipe Quintas dos Santos Rasga (0.0), Jaime Arsénio de Brito Ramos (0.0), José Félix Gomes da Costa (0.0), Maria do Rosário de Oliveira Silva (0.0), Ana Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente (0.0), Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart (0.0), Alexandre José Malheiro Bernardino (0.0), Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto (0.0), Maria da Conceição Esperança Amado (0.0), Paulo Alexandre Carreira Mateus (0.0)

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

A dissertação tem como objectivo realização de um trabalho que integra e aplica os conhecimentos adquiridos no curso.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The thesis main objective is to develop a project that integrates and applies the knowledge acquired during the degree.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Cada dissertação tem um programa proposto pelo orientador.

6.2.1.5. Syllabus:

Each thesis has a program proposed by the supervisor.

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

Específico para cada tese.

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

Specific for each dissertation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relatório escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Written report.

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

Metodologia habitual em Dissertação de Mestrado.

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

Usual methodology in Master's Thesis.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia utilizada nesta UC é designada de acordo com o tema da Dissertação escolhido pelo aluno e recomendada pelo orientador.

The Course Unit bibliography is recommended by the advisor taking into consideration the thesis subject.

Mapa IX - Análise de Modelos Lineares**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Análise de Modelos Lineares

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

Giovani Loiola da Silva (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Desenvolver a análise de modelos estatísticos lineares com erros normais, enfatizando quer a teoria subjacente aos modelos de regressão, análise de variância e delineamento experimental quer a aplicação destes modelos a problemas reais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Developing the analysis of normal linear models, emphasizing the theory of the linear regression models, analysis-of-variance models, experimental design, as well as the application of these models to real problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Aplicações dos modelos lineares. Inferência em regressão linear simples numa abordagem matricial. Modelo linear geral.

Modelos de regressão linear múltipla. Estimção de parâmetros: método dos mínimos quadrados, método da máxima verosimilhança. Inferência e predição. Teste de 'lack-of-fit'. Regressão polinomial. Regressão com variáveis qualitativas. Construção de um bom modelo de regressão. Técnicas de diagnóstico.

Modelo de Análise de Variância (ANOVA) com 1 factor fixo. Estimção. Comparações múltiplas. Testes de homocedasticidade. Modelo ANOVA com 1 factor aleatório. Modelos ANOVA com 2 e 3 factores fixos. Modelo de análise de covariância (ANCOVA).

Introdução ao Delineamento Experimental. Delineamento completamente aleatorizado. Delineamento em blocos aleatorizados. Delineamento hierárquico. Delineamento em quadrado latino.

6.2.1.5. Syllabus:

Applications of linear models. Matrix approach to simple linear regression. The general linear model. Multiple linear regression models. Estimation by least squares and maximum likelihood. Inference and prediction. Lack-of-fit test. Polynomial regression. Qualitative independent variables regression. Building the best regression model. Diagnostic techniques. Analysis-of-variance model (ANOVA) with one fixed factor. Estimation. Multiple comparisons. Homoscedasticity test. One-factor random effects model. Two-factor and three-factor analysis of variance (fixed effects). Analysis of covariance (ANCOVA). Introduction to experimental design. Completely randomized design. Randomized block design. Nested design. Latin squares design.

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

Os conteúdos programáticos incidem sobre a inferência estatística em modelos lineares gaussianos: análise de regressão, análise de variância e delineamento experimental. Estes permitem aos alunos desenvolver e compreender os métodos de estimação, incluindo os intervalos de confiança e de predição, e os testes de hipóteses para analisar modelos de lineares. Os alunos são também convidados à aplicar os modelos lineares a dados reais, avaliando e interpretando os seus resultados, para consolidar a componente prática da unidade curricular.

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

The syllabus focus on statistical inference in Gaussian linear models: regression analysis, analysis of variance and experimental design. These allow students to develop and understand the estimation methods, including confidence and prediction intervals, and hypothesis tests to analyze linear models. Students are also invited to apply linear models to real data, evaluating and interpreting their results, to consolidate the practical component of the curricular unit.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa é ministrado através de aulas teóricas/práticas (4 horas semanais). As aulas teóricas visam desenvolver os métodos inferenciais dos conteúdos programáticos, enquanto as aulas práticas ilustram tal conteúdo com problemas teóricos e análise de dados reais. Os alunos fazem a avaliação de conhecimentos através de um relatório, envolvendo a análise de dados reais com o uso de algum software estatístico, mais um exame escrito, que corresponde a 70% da nota final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The program is taught through theoretical and practical classes (4 hours weekly). The theoretical classes aim to develop inferential methods of the syllabus, while practical classes illustrate such syllabus with theoretical problems and real data analysis. Students take the course assessment by a report, involving the real data analysis and the use of some statistical software, plus a written exam, which corresponds to 70% of the final grade.

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

As metodologias de ensino estão associados aos objetivos da unidade curricular, permitindo que os alunos tenham componentes quer teórica quer prática sobre análise de modelos lineares. Assim, considera-se crucial que os alunos possam desenvolver os métodos inferenciais dos conteúdos programáticos mas também aplicar tais métodos a situações reais com o emprego de meios computacionais apropriados. Consequentemente, justifica-se aqui um exame escrito centrado nas componentes teóricas e práticas dos modelos lineares gaussianos, bem como um relatório que permite aos alunos ter de facto um contacto com problemas reais e realizar cabalmente uma análise estatística de dados.

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

The teaching methodologies are linked to the aims of the curricular unit's objectives, allowing students to have both theoretical or practical components on the analysis of linear models. Thus, it is crucial that students can develop inferential methods of the syllabus but also to apply such methods to real life situations with the use of appropriate computational means. Consequently, it is justified here a written exam focusing on theoretical and practical components of Gaussian linear models, as well as a report that allows students to actually have contact with real problems and perform a statistical data analysis analysis fully.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Applied Linear Statistical Models, J.W. Neter, M.H. Kutner, J. C. Nachtsheim and W. Wassermann, , 1996, Homewood, IL: McGraw-Hill/Irwin, 4a Edição

Mapa IX - Estatística Matemática**6.2.1.1. Unidade curricular:***Estatística Matemática***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Carlos Daniel Mimoso Paulino (56.0)***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Não aplicável. / Not applicable.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Desenvolver a formação prévia em Estatística mediante abordagem de conceitos e métodos fundamentais das três áreas centrais: Estatística Clássica, Estatística Bayesiana e Decisão Estatística***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To develop the background in Statistics through approach to main concepts and methods of the three fundamental areas: Classical Statistics, Bayesian Statistics and Statistical Decision.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Fundamentos de Inferência Estatística: Abordagem frequencista e características das suas respostas aos problemas inferenciais típicos no quadro do modelo estatístico clássico. Suficiência fisheriana. Critério de factorização, suficiência mínima e completude. Estimção clássica paramétrica pontual e regional. Critérios de optimalidade e métodos de estimção. Testes paramétricos clássicos. Procedimentos óptimos e métodos de construção de testes. Abordagem bayesiana. Teorema de Bayes e vários conceitos de probabilidade. Construção do modelo bayesiano. Selecção da distribuição a priori. Características da operação bayesiana. Suficiência bayesiana. Estimção paramétrica por pontos e regiões. Testes de hipóteses paramétricas. Predição. Aplicações e implementação computacional. Decisão Estatística: noções básicas e ilustração com vários tipos de problemas de decisão. Funções de decisão mistas e aleatórias. Regras de Bayes e minimax. Admissibilidade.***6.2.1.5. Syllabus:***Foundations of Statistical Inference: Classical approach and its features. Fisherian sufficiency. Factorization criterion, minimal sufficiency and completeness. Point and interval parametric estimation. Optimality criteria and methods of estimation. Parametric testing. Optimal procedures and methods of construction of tests. Bayesian approach: Bayes theorem and different concepts of probability. Construction of the Bayesian statistical model. Selection of a priori distribution. Bayesian operation features. Bayesian sufficiency. Point and interval parameter estimation. Tests for parametric hypotheses. Prediction. Applications and computer implementation. Statistical Decision Theory: Basic notions and illustration with various types of decision problems. Mixed and randomised decision functions. Bayes and minimax rules. Admissibility.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***Taking account of the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (referred to in 6.2.1.5) aim to give students the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in 6.2.1.4.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas, onde são apresentados os conceitos básicos com o devido detalhe e demonstrados os resultados consistentes com o corrente nível formativo dos alunos, bem como os métodos inferenciais neles baseados. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e métodos abordados nas aulas teóricas. Avaliação individual através de dois testes separados ou combinados num exame final.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Theoretical classes for introducing the basic concepts with the appropriate detail and proving the results consistent with the current training level of the students, as well as the inferential methods based on them. Problem-solving*

classes to illustrate and apply the results and methods introduced in the theoretical classes. Individual evaluation through two separate tests or a final examination.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através do recurso a aulas com uma componente teórica e outra de problemas, aplicados intensivamente, e abordados no método de avaliação.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts resorting to theoretical and problem-solving classes, where those are applied intensively. The evaluation method comprises not only the theoretical part of the course but also the application of the related methods to practical situations.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Statistical Inference, Casella, G. and Berger, R.L., 2002, 2nd ed., Duxbury Press, Belmont, CA.; Estatística Bayesiana, Paulino, C.D., Amaral Turkman, M.A. e Murteira, B., 2003, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa; Estatística: Inferência e Decisão, Murteira, B, 1988, Imprensa Nacional - Casa da Moeda.

Mapa IX - Fundamentos de Álgebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Fundamentos de Álgebra

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

Maria Joana Mendes Bordalo Ventura (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Curso de introdução à Álgebra, partindo dos conhecimentos adquiridos em Álgebra Linear, com especial ênfase nos exemplos.

Durante o curso, os alunos devem aprender os conceitos e resultados básicos das teorias de grupos, anéis e módulos. Devem também aprender os exemplos que ocorrem mais frequentemente na matemática.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is an introduction to Algebra, emphasizing examples, building on the material covered in Linear Algebra. After taking it, the student should be familiar with the basic concepts and results regarding groups, rings and modules. The student should also be familiar with common examples appearing throughout mathematics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Teoria elementar de grupos: subgrupos, subgrupos normais; isomorfismos. Grupos quociente, isomorfismos canónicos. Acções de grupos; teoremas de Sylow.

Teoria elementar de anéis: subanéis, ideais e anéis quociente. Anéis de polinómios, fracções, domínios de factorização única, domínios de ideais principais, domínios euclidianos.

Teoria elementar de módulos: módulos finitamente gerados e módulos livres. Produto tensorial. Sucessões exactas, Hom e dualidade. Módulos sobre domínios integrais e sobre domínios de ideais principais. Aplicações: classificação de grupos abelianos finitamente gerados, forma canónica de Jordan.

6.2.1.5. Syllabus:

Basic group theory: subgroups, normal subgroups, and isomorphisms. Quotient groups, canonical isomorphisms. Group actions; Sylow's Theorems.

Basic ring theory: subrings, ideals and quotient rings. Rings of polynomials, fractions, unique factorisation domains, principal ideal domains, Euclidean domains.

Modules: Finitely generated modules and free modules. Tensor product. Exact sequences, Hom and duality. Modules over integral domains and over principal ideal domains. Classification of modules over p.i.d. Applications: classification of finitely generated abelian groups, Jordan canonical form.

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

O programa abrange os principais conceitos, resultados e aplicações em álgebra abstracta sobre grupos, anéis e módulos.

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

The syllabus covers the principal notions, results and applications in abstract algebra on groups, rings and modules.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (4 horas semanais) de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Avaliação por exame ou dois testes escritos, e trabalhos de casa ao longo do semestre.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (4 hours per week) for presenting the concepts and proving the mains results. Evaluation by written exam or two midterms, and homework assignments during the class period.

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades em disciplinas básicas de Matemática.

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

Teaching/evaluation method usual in the best universities for basic courses in Mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Introdução à álgebra, R.L. Fernandes e Manuel Ricou, 2004, IST Press;
Basic algebra. Groups, rings and fields, P.M. Cohn, 2003, Springer-Verlag, London;
Algebra, Graduate texts in mathematics, T.W. Hungerford, 1980, Springer-Verlag, vol. 73;
Introductory Lectures on Rings and Modules, J.A. Beachy, 1999, London Mathematical Society Student Texts 47, Cambridge, University Press*

Mapa IX - Equações Diferenciais Parciais**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Equações Diferenciais Parciais

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

João Paulo Fernandes Teixeira (56.0)

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

Não aplicável. / Not applicable.

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

Introdução ao estudo das Equações Diferenciais Parciais (EDPs), incluindo alguns resultados clássicos e as técnicas modernas da Análise Funcional aplicadas ao estudo das equações lineares elípticas de 2ª ordem.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Introduction to the study of Partial Differential Equations (PDEs), including some classical results and modern Functional Analysis techniques applied to the study of 2nd order linear elliptic equations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Equações elípticas. Equação de Laplace. Princípios de máximo. Teoremas da média. Fórmula integral de Poisson. Desigualdade de Harnack. Método de Perron. Equação de Poisson. Soluções fracas. Teoria L^2 para EDPs lineares elípticas de 2ª ordem, equação das superfícies mínimas. Espaços de Sobolev. Teorema de Lax-Milgram, desigualdade de Gårding, compacidade e teorema de Rellich. Soluções fracas, regularidade. Princípios de máximo para equações lineares elípticas de 2ª ordem.

Equações de evolução. EDPs (e sistemas) de 1a ordem. Características. Existência e unicidade locais. EDPs lineares hiperbólicas de 2a ordem e redução a um sistema de 1a ordem. O problema de Cauchy geral: resultados "gerais", exemplos relativos a existência, unicidade e dependência contínua. Equação das ondas. Problema de Cauchy. Estimativas de energia e unicidade. Método das médias esféricas. Equação do calor. Princípio do máximo. Núcleo de Gauss. Princípios do máximo para EDPs lineares parabólicas de 2a ordem.

6.2.1.5. Syllabus:

Elliptic equations. Laplace's equation. Maximum principle. Mean value theorems. Poisson kernel. Harnack inequality. Perron's method. Poisson equation. Weak solutions of elliptic problems. L^2 theory for elliptic second-order linear equations, minimal surface equation. Generalized Dirichlet problem, Sobolev spaces. Lax-Milgram theorem, Gårding inequality, Rellich theorem. Weak solutions and regularity. Maximum principle for second-order elliptic linear equations. Introduction to evolution equations. First order equations (and systems) of PDEs. Characteristics. Local existence and uniqueness. Hyperbolic second order linear equations and reduction to a first-order system. High-order Cauchy problem; general results, examples concerning existence, uniqueness and continuous dependence on data. Wave equation. Cauchy problem. Energy estimates and unicity. Spherical means method. Heat equation. Maximum principle. Gauss kernel. Maximum principle for linear parabolic equations of second-order.

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

Estudo de tópicos importantes de Equações Diferenciais Parciais, apropriados para uma primeira disciplina sobre a área. Os objectivos essenciais são introduzir os conceitos e as técnicas básicas necessárias à compreensão de trabalhos relacionados com a área, bem como servir de fundação a disciplinas sobre tópicos avançados em equações diferenciais parciais.

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

The study of important topics of partial differential equations that are appropriate for a first course on the subject. The syllabus of the course includes important concepts and basic methods, required for reading current work in the area. The course is also a foundation for later courses focusing on advanced topics in partial differential equations.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é lecionada em aulas teóricas, onde são apresentadas a teoria e as demonstrações de forma rigorosa. O seu horário não prevê aulas práticas; mas é exigido dos alunos, como parte da sua avaliação, que resolvam problemas avançados, durante todo o semestre, valendo esta componente 50% da classificação final. O exame escrito, a realizar no final do semestre, vale os restantes 50% da nota.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is taught in lectures, where the theory and proofs are presented in a rigorous way. Its schedule does not include discussion sessions. However, as an important component of the evaluation (it is worth 50% of the final grade) the students are required to solve and turn-in hand-out problems. The other half of the evaluation consists on a final exam.

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

O programa, o método de ensino e avaliação são idênticos aos utilizados nas melhores universidades do mundo, para um curso de introdução a uma área avançada da matemática.

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

The syllabus, method of presentation and evaluation is the usual among the top universities of the world, for an introductory course in an advanced subject of mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Partial Differential Equations, L. Evans, 1998, AMS

Mapa IX - Projecto em Modelação Matemática

6.2.1.1. Unidade curricular:

Projecto em Modelação Matemática

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

Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre

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

Carlos José Santos Alves (0.0), Maria do Rosário de Oliveira Silva (0.0), Maria da Conceição Esperança Amado (0.0).

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

Aplicar matemática para resolver problemas do mundo real.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Apply mathematics to solve real-world problems.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Desenvolver um projeto onde se aplique matemática a um problema do mundo real de uma das seguintes áreas: matemática industrial, otimização, estatística e sistemas computacionais. Preferencialmente, o problema é posto por um parceiro da indústria ou serviços e a abordagem a este é orientada por um docente. O trabalho do projecto deve ser feito em equipa sendo o modelo matemático proposto pelos alunos. O projecto deve incluir uma componente de programação para simulação do projecto.

6.2.1.5. Syllabus:

Develop a project where mathematics is applied to solve a real world problem from one of the following areas: industrial mathematics, optimization, statistics or computer systems. Preferably, an industry or services partner poses the problem, while a faculty member supervises the approach to the problem. The project work is to be done in teams and the students must propose the mathematical model. In most cases, the project should include the development of computer programs for simulations.

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

Os conteúdos programáticos incluem os conhecimentos e competências matemáticas necessárias para resolver para resolver problemas do mundo real.

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

The syllabus points include the competences and the required mathematical knowledge and skills to solve real-world problems.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Modelo matemático e seus resultados, apresentados sob a forma de um relatório escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The mathematical model and its results presented as a written report.

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

Metodologia habitual em disciplinas de projeto de modelação matemática.

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

Usual methodology in modeling seminars.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia utilizada nesta UC é designada de acordo com o tema proposto aos alunos e recomendada pelo orientador.

The Course Unit bibliography is recommended by the advisor taking into consideration the project subject.

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 metodologias de ensino são definidas pelo professor responsável de modo a serem coerentes com os objetivos da aprendizagem da unidade curricular. Em geral, combinam os modelos pedagógicos usuais em cursos avançados de matemática e os de pedagogia ativa, centrados no aluno e privilegiando o trabalho autónomo e o debate. Em algumas UCs, o sistema de avaliação inclui a realização de projetos de modelação e trabalhos computacionais, de modo a que a aquisição de competências se faça com recurso a trabalho autónomo. Nestes casos, a avaliação é encarada como

parte integrante dos métodos de aprendizagem e não apenas como instrumento de aferição de aquisição de conhecimentos e competências. De salientar ainda que em algumas destas UCs os projetos são realizados em grupo, estimulando-se assim o trabalho em equipa.

6.3.1. Adaptation of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

The teaching methodologies are defined by the teacher in charge in order to be consistent with the learning objectives of the course. In general, the usual pedagogical models in graduate courses of mathematics are combined with the active pedagogical models, focused on the student and privileging the autonomous work and debate. The system of assessment in some CUs includes performing modeling and and computational projects, so that the acquisition of skills is done using autonomous work. In these cases the evaluation is seen as an integral part of the learning methods and not only as a tool to check the acquisition of knowledge and skills. It is worth noting that in some of these CUs the projects are performed by group of students, which stimulates team work.

6.3.2. Verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

No âmbito do QUC é pedido aos estudantes que preencham um quadro com a informação sobre a carga de trabalho das várias unidades em que estiveram inscritos. Concretamente, é-lhes apresentado um quadro pré preenchido com a informação disponível em sistema (lista de UC em que o aluno esteve inscrito, nº de horas de contato previstas em cada UC), sendo solicitado ao aluno que apresente uma estimativa média de horas de trabalho autónomo e da % aulas assistidas por semana, bem como a distribuição de trabalho autónomo pelas várias UC e o nº de dias de estudo para exame.

Com base nestes elementos é calculada a carga média de trabalho de uma UC, a qual é comparada com a carga de trabalho prevista (ECTS), sendo o resultado da comparação classificado em 3 categorias possíveis: Abaixo do Previsto; Acima do Previsto; De acordo com o previsto. Estes resultados são disponibilizados aos responsáveis pela gestão académica para análise e adequações futuras.

6.3.2. Verification that the required students average work load corresponds the estimated in ECTS.

As part of the QUC system, students are required to complete a survey with information on the workload of the different units in which they were enrolled. They are provided with a pre-filled table with information available in the system (list of course units in which the student was enrolled, the number of contact hours foreseen in each course unit), and they are requested to give an average estimate of the workload and the % of classes attended per week, and the distribution of the autonomous work through the different course units and the number of study days for the exams.

The average workload of a course unit is calculated on the basis of these elements, which is compared with the workload expected (ECTS), and the results are given according these categories: Below Estimates; Above Estimates; In Line with Estimates. These results are made available to the persons in charge with the academic management for analysis and future adaptations.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

O QUC prevê a avaliação do processo de ensino e aprendizagem em 5 dimensões: Carga de Trabalho, Organização, Avaliação, Competências e Corpo Docente, as quais refletem a relação entre a aprendizagem dos estudantes e os objetivos de aprendizagem previstos pela unidade curricular.

Com base nas respostas dos alunos estas dimensões são classificadas de acordo com o seu funcionamento como “Inadequado”, “A melhorar” ou “Regular”, sendo que nos 2 primeiros casos existem mecanismos de recolha de informação mais detalhados sobre as causas destes resultados. Em casos mais graves (várias resultados inadequados ou a melhorar) está previsto um processo de auditoria, do qual resulta uma síntese das causas apuradas para o problema, e um conjunto de conclusões e recomendações para o futuro.

Por ora este sistema apenas está disponível para formações de 1º e 2º C, nos casos de unidades curriculares com funcionamento em regime regular, mas em breve prevê-se o seu alargamento a outras UC/ciclos.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The QUC system comprises 5 categories: Workload, Organization, Evaluation, Skills and Teaching Staff which reflect upon the relationship between students and the purposes of learning expected by the course unit.

Based on the students' answers these categories are ranked according their functioning as “Inadequate”, “To Be Improved” or “Regular”, in which the 2 former categories are provided with more detailed information collection mechanisms on the causes of these results. In acute cases (different inadequate results or results to be improved) an auditing process is foreseen, which will give rise to a summary of the causes found for the problem, and a set of conclusions and recommendations for the future.

This system is only available for the 1st and 2nd cycles, for regular course units, but it will soon be extended to other course units/cycles.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em actividades científicas.

Pela própria essência das UC's Dissertação de Mestrado e Projeto de Investigação em Matemática e Aplicações, os alunos são induzidos a realizar uma atividade de investigação numa área de conhecimento do curso. Em geral, nas

UC's que envolvem o desenvolvimento de projetos, pode ser exigido aos alunos um trabalho de investigação sobre os temas em estudo.

Para além disso, os alunos são encorajados a assistir a seminários, conferências e workshops que incidam em temas abordados nas UCs do MMA. Em algumas UCs, a participação em seminários pode mesmo ser uma componente da avaliação.

6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

In essence, the learning method in the UCs Dissertation and Research Project in Mathematics are associated with research attitudes and activities. In general, students are called to do research tasks, where, in the context of any UC that includes a project, they are supposed to perform studies that require the consultation of technical and/or scientific work.

In addition, students are encouraged to attend seminars, conferences and workshops which are focused on topics included in the program of any CU of the MMA. In some CUs, seminars may be a component of assessment method.

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	17	9	100
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	15	7	100
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	2	1	100
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	1	100
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	100

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.

Ainda no âmbito do QUC está prevista a apresentação dos resultados semestrais de cada UC não só ao coordenador de curso, como também aos presidentes de departamento responsáveis pelas várias UC, em particular os resultados da componente de avaliação da UC que engloba o sucesso escolar. Paralelamente, o coordenador de curso tem ao seu dispor no sistema de informação um conjunto de ferramentas analíticas que permitem analisar e acompanhar o sucesso escolar nas várias UC ao longo do ano letivo.

Por ora o QUC apenas está disponível para formações de 1º e 2º ciclo, nos casos de unidades curriculares com funcionamento em regime regular, mas em breve prevê-se o seu alargamento a outras UC/ciclos.

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

As part of the QUC system, half yearly results of each course unit are must also be submitted not only to the course coordinator, but also to the heads of departments that are responsible for the course units, particularly the results of evaluation of the course unit that comprises academic success. The course coordinator also has a set of analytical tools that allow him/her to analyze and monirot the academic achievement of the diferente course units throughout the academic year.

This system is only available for the 1st and 2nd cycles, for regular course units, but it will soon be extended to other course units/cycles.

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 o descrito em 6.3.3 o sistema QUC prevê a realização de auditorias a UC que apresentem resultados inadequados ou a melhorar em várias dimensões de análise, das quais decorrem recomendações para melhoria dos processos associados que devem ser seguidas pelos departamentos responsáveis, pelo coordenador de curso, e o pelo conselho pedagógico.

Paralelamente, anualmente é publicado relatório anual de autoavaliação (R3A) que engloba um conjunto de indicadores chave sobre o sucesso escolar do curso, entre outros, e sobre o qual é pedido aos coordenadores de curso uma análise dos pontos fortes e fracos, bem como propostas de atuação futura.

Periodicamente são também desenvolvidos alguns estudos sobre o abandono e sucesso escolar que permitem analisar esta dimensão.

Por ora, tanto o QUC como o R3A apenas estão disponíveis para formações de 1º e 2º ciclo, mas em breve prevê-se o seu alargamento ao 3º ciclo, eventualmente com formatos ajustados à especificidade deste nível de estudos.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

According to point 6.3.3, the QUC system includes course unit audits, which result from recommendations for improvement of related processes that must be observed by the departments at issue, by the course coordinator and the pedagogical council.

An anual self-assessment report (R3A) is also published, which comprises a set of key indicators on the academic achievement of the course, among other items, and on which course coordinators are asked to make an analysis of the strengths and weaknesses and proposals for future action.

Some studies are also carried out on a regular basis on dropouts and academic achievement, which allow for analyzing this dimension.

Both the QUC system and the R3A are only available for the 1st and 2nd cycles, but it will soon be extended to the 3rd cycle, adapted to the particular features of this level of studies.

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	66.7
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	33.3
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	77.8

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.

Centro de Análise Matemática, Geometria e Sistemas Dinâmicos (CAMGSD). Última classificação: Excelente

Centro de Matemática e Aplicações (CEMAT). Última classificação: Muito Bom

Centro de Análise Funcional e Aplicações (CEAF). Última classificação: Muito Bom

Grupo de Segurança e Informação Quântica - Instituto de Telecomunicações (SQIG-IT). Última classificação: Excelente

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark.

Center for Mathematical Analysis, Geometry and Dynamical Systems (CAMGSD). Last rating: Excellent

Center for Mathematics and its Applications (CEMAT). Last rating: Very Good

Center for Functional Analysis and Applications (CEAF). Last rating: Very Good

Security and Quantum Information Groups - Instituto de Telecomunicações (SQIG-IT). Last rating: 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.

366

7.2.3. Outras publicações relevantes.

Nos últimos 5 anos (2009-2013) o resultado da investigação desenvolvida pelas unidades de I&D diretamente associadas ao MMA inclui as seguintes publicações

Artigos de conferências: 190

Livros: 39

Outras publicações relevantes como, por exemplo, capítulos de livros: 47

7.2.3. Other relevant publications.

In the last 5 years (2009-2013) the output of the research unit activities directly associated to the MMA include the publication of

Conference proceedings: 190

Books: 39

Other relevant publications such as book chapters : 47

7.2.4. Impacto real das actividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

A actividade científica desenvolvida nos Centros de investigação do Departamento de Matemática no ano de 2012

envolveu os seguintes financiamentos:

Departamento de Matemática: 87.500 €

Projectos de investigação: 3.224.000 €

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

The scientific activity developed in the research centers of the Department of Mathematics in 2012 involved the following funding:

Department of Mathematics: 87.500 €

Research projects: 3.224.000 €

7.2.5. Integração das actividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

Projectos de investigação nacionais e internacionais financiados em 2012:

CAMGSD: Nacionais 29; Europeus 2

CEMAT: Nacionais 13

CEAF: Nacionais 3

SQIG: Nacionais 1

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

National and international research projects financed in 2012:

CAMGSD: National 29; European 2

CEMAT: National 13

CEAF: National 3

SQIG: National 1

7.2.6. Utilização da monitorização das actividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

Em 2013, foi analisada a produção científica referenciada na WoS – Web of Science entre 2007 e 2011, a partir de uma base de dados da FCT (estudo bibliométrico encomendado à Universidade de Leiden). A informação foi organizada segundo a área científica (FCT) de cada Unidade de Investigação, e disponibilizou dados bibliométricos e financeiros das Unidades de ID&I do Técnico, comparando-os com as congéneres nacionais e posicionando-as face a alguns indicadores que permitem perceber o posicionamento internacional relativo nas áreas de publicação. Como resultado do esforço continuado efectuado pelos órgãos da escola desde 2011, nomeadamente após a criação do sistema interno de diagnóstico/planeamento estratégico das UID&I, a reflexão em curso motivada pelo processo de avaliação das unidades de ID&I já conduziu a fusões e extinções de unidades, dando ênfase muito particular ao aumento da capacidade crítica instalada e da competitividade científica e financeira nas unidades fundidas.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

In 2013, an analysis of the scientific output identified in the WoS–Web of Science was carried out, between 2007 and 2011, from an FCT database (a bibliometric study commissioned to the U.Leiden). The information was organized according to the scientific area (FCT) of each Research Unit, and provided bibliometric and financial data related to the RD&I Units of IST, comparing them to their national counterparts and positioning them in view of some indicators that allow for understanding the relative international positioning in the areas of publication. As a result of the continued effort carried out by the institutional bodies since 2012, namely through the creation of the internal strategic diagnosis/planning of the RD&I Units, the ongoing reflection driven by the process of evaluation of the RD&I Units has already led to unit mergers and closures focusing particularly on the increase in the installed critical capacity and the scientific and financial competitiveness of merged units.

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.**

Relativamente a este tipo de atividades, há a referir vários trabalhos realizados nos últimos anos, alguns deles no âmbito de projetos e teses de mestrado, para as seguintes empresas e instituições:

- *serviços públicos e transportes (EDP,CP, ANA),*
- *segurança e indústria militar (EUROCONTROL, Gabinete Nacional de Segurança, ENISA, Thales/Edisoft, GMV),*
- *gestão e consultoria (NEWVISION),*
- *telecomunicações (Oni Telecom, ANACOM, Optimus),*
- *bancos e companhias de seguros (CGD, BES, Companhia de Seguros Fidelidade),*
- *termotecnologia (Bosch Termotecnologia),*
- *hospitais e instituições de saúde (Hospital de Santa Maria, Hospital da Estefânia, Hospital Universitário de Coimbra, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge),*
- *laboratórios associados e outras instituições de investigação nacionais (ISR, IMM, iBET, IT, INE, LNEC).*

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.

Such activities include work carried out over the last years, for example within projects and theses, for the following companies and institutions:

- *public services and transport (EDP,CP, ANA),*
- *security and military industry (EUROCONTROL, Gabinete Nacional de Segurança, ENISA, Thales/Edisoft, GMV),*
- *management and consulting (NEWVISION),*
- *telecommunications (Oni Telecom, ANACOM, Optimus),*
- *banks and insurance companies (CGD, BES, Companhia de Seguros Fidelidade),*
- *technology (Bosch Termotecnologia),*
- *hospitals and health institutes (Hospital de Santa Maria, Hospital da Estefânia, Hospital Universitário de Coimbra, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge),*
- *national and associated laboratories (ISR, IMM, iBET, IT, INE, LNEC).*

7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva e artística.

Para além das suas funções de Ensino e I&D, o IST desenvolve atividades de ligação à Sociedade, contribuindo para o desenvolvimento económico e social do País em áreas relacionadas com a sua vocação no domínio da Engenharia, Ciência e Tecnologia. Procura-se estimular a capacidade empreendedora de alunos e docentes, privilegiando a ligação ao tecido empresarial. Os alunos podem participar num conjunto alargado de atividades extracurriculares fomentadas pelas associações de estudantes e com o apoio da Escola. As infraestruturas existentes permitem a prática de atividades culturais, lúdicas e desportivas, as quais assumem um papel importante na vida no IST e contribuem para que a vivência universitária se estenda para além do ensino. O cinema, o teatro, a música, a pintura, o jornalismo, a fotografia e a radio têm assumido uma importância crescente. A nível desportivo é possível a prática de um vasto conjunto de modalidades, havendo equipas universitárias em várias competições.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

In addition to its teaching and R&D functions, IST develops activities of connection to the society, contributing to the economic and social development of the country in areas related to its vocation in the fields of Engineering, Science and Technology. There is an aim to stimulate the entrepreneurial capacity of students and faculty, favouring the existence of links to enterprises. Students can participate in a wide range of extracurricular activities sponsored by student's organizations and with the support of the School. The existing infrastructure allows the exercise of cultural activities, recreational and sports, which play an important role in IST life and contribute to a university experience extending beyond the learning process. Cinema, theatre, music, painting, journalism, photography and radio have assumed increasing importance. In sports, the practice of a wide range of modalities is possible, with university teams involved in various competitions.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

O IST assume total responsabilidade sobre a adequação de toda a informação divulgada ao exterior pelos seus serviços, relativa aos ciclos de estudo ministrados sob sua responsabilidade.

7.3.3. Adequacy of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

The IST is fully responsible for the adequacy of all the information reported externally by its services, regarding the study cycles taught under its responsibility.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros / Percentage of foreign students	17
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	13
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	2.6

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

- *Formação de elevada qualidade, tanto para uma carreira profissional qualificada na indústria e nas empresas, como para o prosseguimento de estudos de 3º ciclo.*
- *Vasta diversidade e abrangência curricular possibilitada pelos quatro perfis de especialização.*
- *Liberdade na escolha de disciplinas de matemática e engenharia, o dá ao programa um carácter transversal e uma componente aplicada bastante forte.*
- *Possibilidade em acomodar iniciativas de carácter industrial e empresarial e de realizar teses em colaboração com empresas.*

8.1.1. Strengths

- *High quality training, both for a career in industry and business, and for pursuing PhD studies.*
- *The scope and breadth of the learning, provided by the four profiles of specialization.*
- *Freedom in the choice of many interdisciplinary curricular units, which gives the program a transversal nature and a strong applications component.*
- *Possibility of promoting industrial and business initiatives and master thesis implementation in enterprises environment*

8.1.2. Pontos fracos

- *Número reduzido de candidatos ao MMA.*
- *Pouca atratividade internacional do MMA. O número de estudantes estrangeiros e de mobilidade e o número de programas internacionais conjuntos ainda não são satisfatórios.*

8.1.2. Weaknesses

- *Small number of candidates to MMA.*
- *Low international attractiveness of MMA. The number of foreign and mobility students and the number of joint international programs are still not satisfactory.*

8.1.3. Oportunidades

- *Estabelecer parcerias (nacionais e internacionais) com universidades de grande prestígio conducentes a graus duais.*
- *Encontrar novos mecanismos de atribuição de bolsas de estudos a alunos de segundo ciclo.*

8.1.3. Opportunities

- *Establishment of new (national and international) partnerships with prestigious universities leading to dual degrees.*
- *New sources of funding to provide scholarships for students of second-cycle studies.*

8.1.4. Constrangimentos

- *Fraca atratividade que o curso tem demonstrado para alunos que efetuam o 1º ciclo de outros cursos que não a (Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação) LMAC, não condizente com a sua relevância para o mercado, verificando-se que, mesmo alguns dos alunos da LMAC, não escolhem fazer o MMA.*
- *Dificuldade em atribuir bolsas de estudos de segundo ciclo, o que constitui uma desvantagem face a outros países europeus.*

8.1.4. Threats

- *Low attractiveness to initial enrolment that the course has experienced, which is not aligned with the relevance of its graduates to the labor market.*
- *Scholarships not available for second cycle students, which is a disadvantage of our system compared to other European countries.*

8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

8.2.1. Pontos fortes

O Sistema Integrado de Gestão da Qualidade do IST (SIQuIST) foi certificado pela A3ES em Janeiro de 2013, tendo a área do “ensino e aprendizagem” sido avaliada como “em desenvolvimento” (3º nível, numa escala de 1 a 4). De acordo com a A3ES, “... o vetor ensino e aprendizagem, bem como dos serviços que o apoiam, e demais unidades de serviço, constituem um todo articulado, organizado, incluindo a definição de metas, responsáveis, índices a monitorizar e produção de relatórios. O planeamento, monitorização, avaliação e retroação desenvolvidos sobre o processo de ensino e aprendizagem ocorrem adequadamente embebidos na malha de coordenação científico-pedagógica”. Para que o vetor do ensino e aprendizagem esteja totalmente coberto pelo SIQuIST, a A3ES recomendou o alargamento do QUC (avaliação da Qualidade das Unidades Curriculares) e R3A (Relatórios anuais de autoavaliação) aos programas de 3º ciclo, processo esse que se encontra em curso.

8.2.1. Strengths

The Integrated Quality Management System of IST (SIQuIST) was certified by A3ES in January 2013, and the “teaching and learning” area was classified as “in progress” (3rd level, on a 1-4 scale). According to the A3ES, the “... teaching and learning vector, as well as the respective support services, and other service units, constitute an articulated, organized whole, including goal setting, responsibilities, performance indicators and reports. Planning, monitoring, evaluation and feedback on the teaching and learning process, occur properly embedded in the scientific-pedagogical coordination”. So that the teaching and learning vector can be fully covered by SIQuIST, the A3ES recommended the extension of QUC (Course Unit Quality Assessment) and R3A (Annual Self-Assessment reports) to the 3rd cycle programmes, which is underway.

8.2.2. Pontos fracos

- *Reduzida creditação de lecionação no ciclo de estudos.*
- *Dificuldade dos docentes em conciliar atividades de I&D com carga horária de ensino em geral.*
- *Sobrecarga burocrática dos docentes em geral.*

8.2.2. Weaknesses

- *Low crediting of teaching for MMA curricular units.*
- *Difficulty in reconciling R&D activities with the teaching workload.*
- *Bureaucratic overload for teachers.*

8.2.3. Oportunidades

Maior envolvimento de investigadores pós-doutorais em tarefas de docência.

8.2.3. Opportunities

Involvement of researchers and post-doctoral students in teaching tasks.

8.2.4. Constrangimentos

- *Redução do número de docentes.*
- *Dificuldade de renovação do corpo docente e não docente.*

8.2.4. Threats

- *Reduction of the number of teachers.*
- *Difficulty in hiring teaching and non-teaching staff.*

8.3. Recursos materiais e parcerias

8.3.1. Pontos fortes

- *Boas condições das instalações do IST para o ensino da Engenharia e da Matemática.*
- *Salas de aula em número adequado e equipadas com bons meios tecnológicos. Espaços de estudo disponíveis para os alunos afetos ao MMA.*

- *Rede Wireless em todo o campus (Alameda).*
- *Laboratório de Matemática bem equipado, com material necessário para a realização dos projetos das diversas UCs. Os computadores têm instalado um sistema Linux (Debian) centralizado, com acesso à internet e com ferramentas de desenvolvimento de programas (Eclipse com C ou Fortran ou Java), Mathematica, Matlab e software de estatística (R) e data mining (Weka).*
- *Oportunidade de realização parcial dos estudos de mestrado numa escola internacional através de programas de mobilidade do IST, tais como ERASMUS, TIME ou SMILE.*
- *Possibilidade de realização de atividades de investigação e projeto em colaboração com empresas.*

8.3.1. Strengths

- *The IST facilities have good conditions for Engineering and Mathematics teaching and training.*
- *Adequate number of class rooms and well-equipped with proper technological means.*
- *The Wireless network covers the whole campus.*
- *Mathematics Laboratory well equipped, with the necessary equipment for the realization of projects of various CUs. Computers have installed a Linux (Debian) centralized system, with internet access and program development tools (Eclipse with C or Fortran, or Java), Mathematica, Matlab and statistical software (R) and data mining (Weka).*
- *Opportunities offered to IST students who wish to study abroad by mobility programmes such as ERASMUS, TIME and SMILE.*
- *Possibility of carrying out research and project activities in collaboration with companies.*

8.3.2. Pontos fracos

- *Não existência de bolsas de estudo associadas com o programa.*
- *Ainda se sentem algumas dificuldades em criar relações fortes ao nível da colaboração com empresas.*

8.3.2. Weaknesses

- *Non-existence of scholarships associated with the program.*
- *Some difficulties in creating tight relationships with companies.*

8.3.3. Oportunidades

- *Reforçar a colaboração com a indústria e as empresas, de modo a aumentar o número de teses e projetos realizados em ambiente industrial e empresarial.*
- *Mercados globais e internacionalização, com destaque para o mercado europeu e os mercados emergentes em países de língua portuguesa.*

8.3.3. Opportunities

- *Reinforce collaboration between academia and companies, in order to increase the number of theses and projects carried out in industrial and business environment.*
- *Global markets and internationalization, with emphasis on the emerging markets in Portuguese-speaking countries.*

8.3.4. Constrangimentos

- *Algumas dificuldades associadas à manutenção, reparação e aquisição de novos equipamentos, renovação de espaços e aquisição de consumíveis.*
- *Redução do financiamento verificado nos últimos anos.*
- *Situação económica do país poderá dificultar o aprofundamento das relações com o tecido empresarial nas suas diversas vertentes.*

8.3.4. Threats

- *Some difficulties in maintenance, repair and purchase of equipment, in maintenance and repair of office space, and in purchasing other consumables due to lack of funds.*
- *University budget and funding cuts verified in recent years.*
- *Country's economic situation may difficult the improvement of ties with the industrial companies in its different components.*

8.4 Pessoal docente e não docente

8.4.1. Pontos fortes

- *Todos os docentes afetos ao MMA são doutorados e exercem a sua atividade no IST em regime de exclusividade.*

Muitos deles são especialistas nacionais/internacionais nas áreas que lecionam, cobrindo os diversos domínios de atividade/especialidade do ciclo de estudos.

- Existência de serviços administrativos eficientes de apoio aos alunos.

8.4.1. Strengths

- All faculty members involved in MMA hold a PhD degree and have a full-time position in IST. Most of them are national/international specialists in the areas they teach, covering the different cycle of studies domains of activity/expertise.

- Efficient administrative staff to support the students of the cycle of studies.

8.4.2. Pontos fracos

- Peso reduzido que o esforço colocado na melhoria do desempenho pedagógico tem na progressão na carreira.

- Dificuldade dos docentes em conciliar atividades de I&D com carga horária de ensino.

- Elevada idade média dos docentes.

8.4.2. Weaknesses

- The effort put into improving teaching performance has a reduced importance on academic career progression.

- Difficulty in reconciling R&D activities with the teaching workload.

- High teaching staff average age.

8.4.3. Oportunidades

Número elevado de recém-doutorados com grande qualidade científica, com potencial para assegurarem a eventual renovação do corpo docente.

8.4.3. Opportunities

High number of recent doctors, with high scientific quality and potential to assure the renovation of the teaching staff.

8.4.4. Constrangimentos

Dificuldade de contratação e renovação do corpo docente e dos funcionários não-docentes.

8.4.4. Threats

Difficulties in hiring and renovating the teaching and non-teaching staff.

8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

8.5.1. Pontos fortes

- Motivação dos alunos do curso.

- Espaços de estudo disponíveis para os estudantes afetos ao MMA.

- Contacto fácil e frequente com os alunos através do sistema de informação Fénix.

- Existência do Núcleo de Estudantes NMATH.

- Existência de gabinete de apoio ao estudante/apoio psicológico.

- Possibilidade de desenvolvimento de um número significativo de atividades extracurriculares (desportivas e culturais).

8.5.1. Strengths

- Strong motivation of the students.

- Rooms available for study.

- Easy and frequent contact with the students through the Fenix system.

- Existence of the Nucleus of students NMATH.

- Existence of the "Service for student support" /psychological support.

- Possibility to carry out a significant number of extra-curricular activities (sports and cultural).

8.5.2. Pontos fracos

- Em UCs mais avançadas, pode ser difícil conciliar os níveis de conhecimentos dos estudantes com diferente formação de base.

- O acolhimento de estudantes estrangeiros ainda não é satisfatório: nem sempre se encontram serviços com atendimento aos estudantes em Inglês, não há alojamentos universitários suficientes, etc.

8.5.2. Weaknesses

- *In more advanced CUs, it may be difficult leveling the knowledge of the students with different background.*
- *The reception facilities for foreigner students is still not satisfactory: services in English may not be available, few students have the possibility to stay in University residences, etc.*

8.5.3. Oportunidades

Promover a integração dos estudantes do MMA nas atividades de I&D desenvolvidas pelos docentes do Departamento de Matemática.

8.5.3. Opportunities

To promote the integration of the MMA students in the R&D activities carried out in the Mathematics Department.

8.5.4. Constrangimentos

- *Por vezes, há dificuldades em ajustar o plano curricular à formação do aluno.*
- *Reduzido número de alunos inscritos em algumas UCs.*

8.5.4. Threats

- *In some cases, it may be difficult to adjust the curricular plan to the student's background.*
- *Small number of students enrolled in some CUs.*

8.6. Processos

8.6.1. Pontos fortes

- *Plano curricular ajustado aos interesses científicos do aluno.*
- *Valorização do trabalho em equipa e do trabalho autónomo.*
- *Fomento da participação dos estudantes em eventos académicos, científicos e empresariais, tanto nacionais como internacionais.*
- *Algumas dissertações e projetos realizados em ambiente empresarial.*
- *Algumas dissertações e projetos realizados no âmbito de projetos de investigação.*

8.6.1. Strengths

- *Study plan adjusted to the scientific interests of the student.*
- *It values team work and autonomous work.*
- *Students are encouraged to participate in both national and international academic, scientific and business events.*
- *Some dissertations and projects carried out in a business environment.*
- *Some dissertations and projects carried out within research projects.*

8.6.2. Pontos fracos

Algumas unidades curriculares são só oferecidas bi-anualmente.

8.6.2. Weaknesses

Some Curricular units are offered on a bi-annual basis only.

8.6.3. Oportunidades

Repensar o processo de ensino de forma a torná-lo mais eficaz.

8.6.3. Opportunities

Rethinking the teaching process in order to make it more effective.

8.6.4. Constrangimentos

Diminuição de financiamento exterior e o conseqüente impacto nas atividades académicas, científicas e empresariais.

8.6.4. Threats

Reduction of external funding, and the consequent impact on academic, scientific and business activities.

8.7. Resultados

8.7.1. Pontos fortes

- *Formação multidisciplinar, proporcionada pela inserção numa escola de engenharia.*
- *Boa preparação dos alunos para o trabalho individual e em equipa, para a adaptação a novas situações e para a aprendizagem ao longo da vida profissional.*
- *Em geral, dissertações de elevada qualidade científica.*
- *O mercado de emprego tem absorvido os alunos do MMA, revelando a relevância da sua formação científica. Os índices de empregabilidade são muito satisfatórios.*
- *Vários exemplos de ex-alunos do MMA que atingiram altos níveis de sucesso profissional, tanto no mundo empresarial como no mundo académico.*

8.7.1. Strengths

- *Multidisciplinary training, provided by insertion in an engineering school.*
- *Individual and team work approach in order to facilitate the future professionals to better adapt to new situations and learning throughout professional life.*
- *The labor market has absorbed the majority of MMA students, revealing the relevance of their scientific training. Employment rates are very satisfactory.*
- *Several examples of former students of MMA that have achieved high levels of professional success, both in business and in academia.*

8.7.2. Pontos fracos

- *Poucos mestres formados por ano.*
- *Em alguns casos, falta de consciencialização por parte dos alunos da importância em terminarem o curso atempadamente.*

8.7.2. Weaknesses

- *Few graduates per year.*
- *In some cases, difficulty in raising awareness to students about the importance of graduating quickly.*

8.7.3. Oportunidades

- *Melhorar a atratividade do curso, através de divulgação mais eficiente das potencialidades da oferta do MMA.*
- *Estabelecer redes de cooperação com outras universidades nacionais e estrangeiras com o objectivo de atrair os melhores estudantes nacionais e estrangeiros.*

8.7.3. Opportunities

- *Increase the attractiveness of the course, through more efficient dissemination of the MMA potentialities.*
- *Establishment of training networks with other universities in Portugal and abroad with the aim of attracting good students.*

8.7.4. Constrangimentos

- *Crise económica poderá levar potenciais candidatos ao MMA, nomeadamente finalistas da LMAC, à empregabilidade precoce.*
- *Previsível continuidade na redução do financiamento público para atividades de ensino.*

8.7.4. Threats

- *Economic crisis could lead potential MMA candidates, namely final-year LMAC students, to early employability.*
- *Expected reduction of public funding for teaching activities.*

9. Proposta de acções de melhoria

9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

9.1.1. Debilidades

- a) *Número reduzido de candidatos ao MMA.*
- b) *Pouca atratividade internacional do MMA. O número de estudantes estrangeiros e de mobilidade e o número de programas internacionais conjuntos ainda não são satisfatórios.*

9.1.1. Weaknesses

- a) *Small number of candidates to MMA.*
- b) *Low international attractiveness of MMA. The number of foreign and mobility students and the number of joint international programs are still not satisfactory.*

9.1.2. Proposta de melhoria

- a) *Alterar a designação do ciclo de estudos, por exemplo para Mestrado em Matemática, Estatística e Computação, de modo a tornar os perfis de especialização mais visíveis.*
- a) e b) *Aumentar as ações de divulgação das potencialidades da oferta do MMA, tanto a nível nacional como internacional. Encontrar novos mecanismos de atribuição de bolsas de estudos ao nível do segundo ciclo.*
- b) *Estabelecer parcerias internacionais com universidades de grande prestígio conducentes a graus duais.*

9.1.2. Improvement proposal

- a) *Change the designation of the course for Master Degree in Mathematics, Statistics and Computation, in order to make their different specialization profiles more visible.*
- a) and b) *Better dissemination about MMA potentialities, at both national and international level. Find new sources of funding to provide scholarships for students of second-cycle studies.*
- b) *Establishment of new international partnerships with prestigious universities leading to dual degrees.*

9.1.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo.

9.1.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures.

9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.1.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.1.5. Indicador de implementação

- a) *Aumento do número de candidatos ao MMA.*
- b) *Aumento do número de estudantes internacionais e do número de programas conjuntos.*

9.1.5. Implementation marker

- a) *Increase of the number of candidates to MMA.*
- b) *Increase of the number of international students and the number of joint programs.*

9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.

9.2.1. Debilidades

- a) *Reduzida creditação de lecionação neste ciclo de estudos, devido essencialmente ao reduzido número de alunos inscrito em cada UC do MMA.*
- b) *Dificuldade dos docentes em conciliar atividades de I&D com carga horária de ensino em geral.*
- c) *Sobrecarga burocrática dos docentes em geral.*

9.2.1. Weaknesses

- a) *Low crediting of teaching for MMA curricular units, due to the small number of students enrolled in each CU.*

- b) Difficulty in reconciling R&D activities with the teaching workload.*
- c) Bureaucratic overload for teachers.*

9.2.2. Proposta de melhoria

- a) Aumentar a atratividade do MMA e das UCs oferecidas no âmbito deste ciclo de estudos.*
- b) e c) Simplificar procedimentos e valorizar o esforço atribuído às várias tarefas realizadas pelos docentes. Assegurar a substituição atempada de docentes e não docentes que se reformem ou saiam do Departamento de Matemática.*

9.2.2. Improvement proposal

- a) Increase the attractiveness of MMA and the CUs offered within this cycle of studies.*
- b) e c) Streamline procedures and value the effort allocated to the diverse tasks carried out by the teachers. Put measures in place to ensure that staff that is retiring or leaving the department can be replaced in time.*

9.2.3. Tempo de implementação da medida

Em permanência, de acordo com as decisões da Escola.

9.2.3. Improvement proposal

Permanently, according to the decisions of IST.

9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.2.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.2.5. Indicador de implementação

Sem indicador diretamente mensurável.

9.2.5. Implementation marker

Without directly measurable indicator.

9.3 Recursos materiais e parcerias

9.3.1. Debilidades

- a) Não existência de bolsas de estudo associadas com o programa.*
- b) Ainda se sentem algumas dificuldades em criar relações fortes ao nível da colaboração com empresas.*

9.3.1. Weaknesses

- a) Non-existence of scholarships associated with the program.*
- b) Some difficulties in creating tight relationships with companies.*

9.3.2. Proposta de melhoria

- a) Atribuição de bolsas de estudos através de projetos de investigação e outras fontes de financiamento.*
- b) Estreitamento de laços com empresas do setor do ciclo de estudos através das dissertações e de projetos.*

9.3.2. Improvement proposal

- a) Award of scholarships through research projects and other sources of funding.*
- b) Closer links with companies in the sector of the course through dissertations and projects.*

9.3.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo.

9.3.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures.

9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.3.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.3.5. Indicador de implementação

- a) *Número de bolsas de estudo atribuídas a alunos do MMA.*
- b) *Aumento do número de dissertações e projetos em colaboração com empresas.*

9.3.5. Implementation marker

- a) *Number of scholarships awarded to students.*
- b) *Increase of the number of dissertations and projects in carried out in collaboration with companies.*

9.4. Pessoal docente e não docente

9.4.1. Debilidades

- a) *Peso reduzido que o esforço colocado na melhoria do desempenho pedagógico ao nível deste ciclo de estudos tem na avaliação dos docentes e na progressão na carreira.*
- b) *Dificuldade dos docentes em conciliar atividades de I&D com carga horária de ensino.*
- c) *Elevada idade média dos docentes.*

9.4.1. Weaknesses

- a) *The effort put into improving teaching performance at the level of this cycle of studies has a reduced importance on the academic staff evaluation and career progression.*
- b) *Difficulty in reconciling R&D activities with the teaching workload.*
- c) *High teaching staff average age.*

9.4.2. Proposta de melhoria

- a) e b) *Incremento do reconhecimento das atividades e desempenho pedagógicos na avaliação dos docentes e na progressão da carreira docente.*
- c) *Sensibilização poder político para necessidade de novas contratações e rejuvenescimento dos quadros, bem como do aumento de oportunidades para progressão na carreira.*

9.4.2. Improvement proposal

- a) and b) *An increase of the recognition of teaching performance in the evaluation and progression of teaching career.*
- c) *Awareness of political power for the need of staff hiring and renewal, as well as the increase of opportunities for career progression.*

9.4.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo.

9.4.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures.

9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

- a) e b) *Média.*
- c) *Alta.*

9.4.4. Priority (High, Medium, Low)

- a) e b) *Medium.*
- c) *High.*

9.4.5. Indicador de implementação

- a) e b) *Incremento do peso da componente de desempenho pedagógico.*
- c) *Número anual de novas contratações e concursos.*

9.4.5. Implementation marker

- a) e b) *Increase of the weight of the component of educational performance.*

c) *Annual number of new positions available.*

9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

9.5.1. Debilidades

- a) *Em UCs mais avançadas, pode ser difícil conciliar os níveis de conhecimentos dos estudantes com diferente formação de base.*
- b) *O acolhimento de estudantes estrangeiros ainda não é satisfatório: nem sempre se encontram serviços com atendimento aos estudantes em inglês, não há alojamentos universitários suficientes, etc.*

9.5.1. Weaknesses

- a) *In more advanced CUs, it may be difficult leveling the knowledge of the students with different background.*
- b) *The reception facilities for foreigner students is still not satisfactory: services in English may not be available, few students have the possibility to stay in University residences, etc.*

9.5.2. Proposta de melhoria

- a) *Fomentar a frequência dos alunos às aulas de dúvidas. Aulas práticas extra. Alargar o programa de Tutorado do IST aos alunos do segundo ciclo.*
- b) *Melhoria nos serviços de atendimento e condições de alojamento, em particular, quanto ao atendimento em Inglês e à construção de mais residências para alunos. Reforço da promoção de atividades culturais, desportivas, recreativas que melhorem a vivência dos estudantes, enriquecendo experiências e espírito de grupo.*

9.5.2. Improvement proposal

- a) *Encourage students to attend office hours. Extra recitation classes. Extend the Tutoring Program to second cycle students.*
- b) *Improvement of the services and accomodation conditions for foreigner students, including English-speaking staff and more University residences. Reinforcement in promoting sport, recreation and cultural activities, which help to enrich the students experiences and team spirit.*

9.5.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo, de acordo com as decisões da Escola e as condições de financiamento.

9.5.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures, according to the decisions of IST and funding conditions.

9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.5.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.5.5. Indicador de implementação

Monitorização mais eficiente do grau de satisfação dos estudantes em relação ao ambiente de ensino/aprendizagem.

9.5.5. Implementation marker

More efficient monitoring of the degree of satisfaction of students concerning the teaching/learning environment.

9.6. Processos

9.6.1. Debilidades

Algumas unidades curriculares são só oferecidas bi-anualmente.

9.6.1. Weaknesses

Some Curricular units are offered on a bi-annual basis only.

9.6.2. Proposta de melhoria

Aumentar o esforço de divulgação do MMA e a oferta de bolsas de estudo e outros meios de financiamento, de modo a conseguir atrair mais e melhores alunos.

9.6.2. Improvement proposal

Increase efforts in order to more efficiently divulge MMA and award scholarships or other financial support to students. Such measures may attract more and better students.

9.6.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo.

9.6.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures.

9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.6.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.6.5. Indicador de implementação

Maior número de alunos inscritos no MMA e em cada unidade curricular.

9.6.5. Implementation marker

Number of students enrolled in MMA and in each curricular unit.

9.7. Resultados

9.7.1. Debilidades

a) Poucos mestres formados por ano.

b) Em alguns casos, falta de consciencialização por parte dos alunos da importância em terminarem o curso atempadamente.

9.7.1. Weaknesses

a) Few graduates per year.

b) Lack of awareness among students of the importance of graduating on time.

9.7.2. Proposta de melhoria

a) Aumento do esforço na captação mais e melhores estudantes.

b) Promover o incremento do número de projetos e teses realizados em ambiente empresarial.

9.7.2. Improvement proposal

a) Increase efforts to attract more and better students.

b) Increase the number of projects and dissertations carried out in collaboration with companies.

9.7.3. Tempo de implementação da medida

Sem tempo de implementação específico. Medidas continuadas a longo prazo.

9.7.3. Implementation time

Without specific time implementation. Long-term continued measures.

9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.7.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.7.5. Indicador de implementação

Monitorização do número de alunos do MMA e do número de anos que demoram a concluir o curso.

9.7.5. Implementation marker

Monitoring of the number of MMA students and the number of years to conclude the programme.

10. Proposta de reestruturação curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

A unidade curricular Estatística Biomédica será substituída por uma nova unidade curricular: Bioestatística.

10.1.1. Synthesis of the intended changes

The curricular unit Estatística Biomédica will be replaced by a new one: Bioestatística.

10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida

Mapa

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	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
(0 Items)						

<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 - Bioestatística**

10.4.1.1. Unidade curricular:

Bioestatística

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

Maria do Rosário de Oliveira Silva (56.0)

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Esta unidade curricular conta com a colaboração de docentes da FMUL (Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa).

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

This curricular unit has the collaboration of teachers from FMUL

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

Esta unidade curricular pretende apetrechar os estudantes com os conhecimentos de estatísticos necessários para participar activamente no delineamento e na análise de dados de estudos de investigação médica (nomeadamente ensaios clínicos e estudos epidemiológicos). Depois de dois capítulos introdutórios, onde se pretende familiarizar os estudantes com os conceitos básicos mais relevantes para a bioestatística, serão abordados os principais modelos estatísticos utilizados neste tipo de estudos (ANOVA, regressão linear, correlação, regressão logística, análise de sobrevivência), bem como alguns modelos específicos dos ensaios clínicos.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this course is to prepare students to become actively involved on design and data analysis of medical research studies (namely in clinical trials and epidemiological research). The course comprises two introductory chapter, where the basic statistical concepts relevant to biostatistics are discussed, followed by chapters on statistical models commonly applied in medical studies (ANOVA; linear regression, correlation, logistic regression, survival analysis), as well as models specific of clinical trials.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e motivação: a importância da estatística na investigação médica; tipos de estudos; delineamento, amostragem e fontes de enviesamento; protocolos e considerações éticas. (FMUL)*
- 2. Complementos de inferência estatística.*
- 3. Análise de variância: ANOVA com um e dois factores fixos, e com um fator aleatório; comparações múltiplas; diagnóstico e transformação de dados; técnicas não-paramétricas.*
- 4. Regressão e correlação: regressão linear múltipla, comparação de modelos; correlação; diagnóstico e validação.*
- 5. Regressão logística: inferência; interpretação; comparação de modelos; diagnóstico e validação; modelos dose-resposta.*
- 6. Análise de sobrevivência: modelos e tipos de censura; estimativas de Kaplan-Meyer; comparação de curvas de sobrevivência; inferência sobre modelos paramétricos; modelos de riscos proporcionais de Cox.*
- 7. Ensaios clínicos: tipos de delineamento; análise; procedimentos Mantel-Haenszel; ensaios clínicos cross-over; ensaios clínicos sequenciais.*

10.4.1.5. Syllabus:

- 1. Introduction and motivation: the importance of the use of statistical methods in medical research, types of research, design, sampling and sources of bias; protocols and ethical considerations. (FMUL)*
- 2. Complements of statistical inference.*
- 3. Analysis of variance: ANOVA with one and two fixed factors, and with a random factor ANOVA, multiple comparisons, diagnosis and data transformation, non-parametric techniques.*
- 4. Regression and correlation: multiple linear regression, comparison of models, correlation, diagnostics and validation of regression models.*
- 5. Logistic regression: inference, interpretation, comparison of models, diagnostics and validation, dose-response models.*
- 6. Survival analysis: models and types of censorship; Kaplan-Meyer; comparison of survival curves; inference about parametric models, models of Cox proportional hazards.*
- 7. Clinical trials: design types, methods of analysis, Mantel-Haenszel procedures, cross-over clinical trials; sequential clinical trials.*

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

Os conteúdos programáticos cobrem em detalhe noções chave em Bioestatística; a forma como estes são apresentados permite não só a familiarização com os mesmos mas também uma reflexão sobre as suas limitações e aplicações a problemas reais.

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

The syllabus covers in detail key notions in Biostatistics; the way they are presented allows the students not only to be familiarized with them but also to ponder over their limitations and applications to real life problems.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde se apresentam os mais importantes métodos da bioestatística. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e metodologias introduzidas nas aulas teóricas e a utilização do software estatístico recomendado (R). Trabalho computacional de grupo, que visa a resolução de um problema real. Avaliação individual através de exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, where the most important methods of biostatistics. Classes of problems to illustrate and exercise the results and methodologies introduced and to illustrate the use of the recommended statistical software (R). Computational work group, which aims at solving a real problem.

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos, através da utilização de aulas de teóricas e de problemas, complementadas com a realização de trabalhos computacionais. O método de avaliação contempla a vertente teórica do curso (exame) e a aplicação dos métodos estudados a problemas de dados complexos mas reais (trabalho de grupo).

Esta unidade curricular conta com a colaboração de docentes da FMUL e permite aos alunos aprender conceitos teóricos e aplicá-los para resolver problemas reais na área das ciências da vida. Estes desafios não só preparam metodologicamente os alunos, mas também os impele a falar com especialistas de outras áreas, a formular problemas matematicamente, encontrar soluções e traduzi-las numa linguagem acessível aos investigadores das ciências da vida.

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

The teaching methodology is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the use of demonstration and problem-solving classes, complemented with computational work. The evaluation method comprises the theoretical part of the course (exam) and the application of the numerical methods to data real-world problems (team computational project).

This curricular unit has the collaboration of teachers from FMUL and allows students to learn theoretical concepts and apply them to solve real problems in the area of life sciences. These challenges not only prepare students methodologically, but also impels them to speak with experts from other areas, to formulate problems mathematically, to find solutions and translate them into a language accessible to researchers in the life sciences.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

*Chernick, M.R. and Friis, R.H. (2003). **Introductory Biostatistics for the Health Sciences: Modern Applications Including Bootstrap**. Wiley;*

*Pocock, S.J. (1983). **Clinical Trials. A Practical Approach**. Wiley.*