

# ACEF/1314/06912 — 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*

**A3. Study programme:**  
*Mathematics*

**A4. Grau:**  
*Doutor*

**A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (n.º e data):**  
*Despacho n.º 16429/2013, DR n.º 245, 2ª série, de 18 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:**  
*240*

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

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

**A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:**

<sem resposta>

**A11. Condições de acesso e ingresso:**

**2º Ciclo (mestrado) ou licenciatura (pré-Bolonha) com 5 anos de duração. Não é necessário que esse grau seja na área da Matemática, mas requer-se uma boa preparação básica em Matemática.**

*A admissão a este grau é feita com base no currículo académico.*

*Mais informação disponível no Regulamento Geral dos Doutoramentos IST.*

**A11. Entry Requirements:**

**2nd Cycle degree (Master's) or a pre-Bologna bachelor degree with 5 years duration. This degree need not be in Mathematics, but the candidate should have a good Mathematics record.**

*Admission to the doctoral program is based on past academic performance.*

*Further info available in General Regulations of Doctoral Programs IST.*

## 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):**

*Não*

### 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):**

Tronco Comum

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

Common Branch

## A13. Estrutura curricular

### Mapa I - Tronco Comum

---

**A13.1. Ciclo de Estudos:**

*Matemática*

**A13.1. Study programme:**

*Mathematics*

**A13.2. Grau:**

*Doutor*

**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*
Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos/Differential Equations and Dynamics Systems	EDSD	0	67.5
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	3	0
Todas as Áreas Científicas do IST ou de outras escolas envolvidas nos programas de colaboração /All scientific areas of IST or other Higher Education Institution involved in partnership programs	OL	0	15
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogCom	0	75
Geometria/Geometry	Geom	0	30
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	0	22.5
Análise Real e Análise Funcional/Real Analysis and Functional Analysis	ARAF	0	30
Análise Numérica e Análise Aplicada/Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	0	60
Álgebra e Topologia/Algebra and Topology	AlgTop	0	30
Física-Matemática/Physics-Mathematics	FisMat	0	30
<b>(10 Items)</b>		<b>3</b>	<b>360</b>

**A14. Plano de estudos****Mapa II - Tronco Comum - 1º ano / 1 semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:****Matemática****A14.1. Study programme:****Mathematics****A14.2. Grau:****Doutor****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:****1º ano / 1 semestre****A14.4. Curricular year/semester/trimester:****1 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)
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Álgebra Comutativa/Commutative Algebra	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Topologia Diferencial/Differential Topology	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Métodos Matemáticos e Numéricos em Mecânica dos Fluidos/Mathematical and Numerical Models in Fluid Mechanics	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos de Análise Aplicada e Numérica/Topics of Applied and Numerical Analysis	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Álgebras de Operadores/Operator Algebras	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Operadores Pseudodiferenciais/Pseudodifferential Operators	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Análise Harmónica/Harmonic Analysis	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Equações Diferenciais Parciais de Evolução/Differential and Partial Equations of Evolution	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Optimização, Cálculo de Variações e Controlo Ótimo/Optimization, Calculus of Variations and Optimal Control	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Sistemas Dinâmicos de Dimensão Infinita/Infinite-Dimensional Dynamical Systems	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Integração Funcional e Aplicações à Mecânica Quântica/Functional Integration and Applications to Quantum Mechanics	FisMat	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Grupos de Lie e Álgebras de Lie/Lie Groups and Lie Algebras	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria dos Nós/Knot Theory	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Lógica Kleística/Kleistic Logic	LogCom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos Avançados em Segurança de Informação I/Advanced Topics in Information Security I	LogCom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos Avançados de Análise Multivariada/Advanced Topics in Multivariate Analysis	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos Avançados de Probabilidades e Processos Estocásticos /Advanced Topics in Probability and Stochastic Processes	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS

Opção Livre/Free Option	OL	Semestral	210	n.a.	7.5	Opccional 2-entre o 1ºe2º sem. poderão ser escolhidos 7,5ECTS,pode ser do MMA. Insc.aprov.coord.
Seminário de Investigação em Matemática I/Research Seminar in Mathematics I	CT	Semestral	42	S-21;	1.5	Obrigatória
Análise Numérica de Equações Integrais/Numerical Analysis of Integral Equations	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Métodos Numéricos para Equações Diferenciais Ordinárias/Numerical Methods for Ordinary Differential Equations	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos de Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos/Topics in Differential Equations and Dynamical Systems	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria do Campo Conforme/Conformal Field Theory	FisMat	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Algoritmos Probabilísticos/Probabilistic Algorithms	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Lógica Modal/Modal Logic	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Computabilidade e Complexidade da Aprendizagem/Computability and Complexity of Learning	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Complexidade de Kolmogorov/Kolmogorov Complexity	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS

(27 Items)

## Mapa II - Tronco comum - 1º Ano / 2 semestre

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Matemática*

### A14.1. Study programme:

*Mathematics*

### A14.2. Grau:

*Doutor*

### 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:

*1º Ano / 2 semestre*

### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

## 1 Year / 2 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)
Teoria da Homotopia/Homotopy Theory	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria das Categorias/Category Theory	AlgTop	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Problemas Inversos em Equações Diferenciais e Imagiologia Médica /Reverse Problems in Differential Equations and Medical Imaging	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Cálculo Estocástico/Stochastic Calculus	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Elementos de Fronteira e Aplicações/Boundary Element Methods and Applications	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Métodos Matemáticos em Problemas de Engenharia/Mathematical Methods in Engineering Problems	ANAA	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos de Álgebras de Operadores/Topics of Operator Algebra	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos de Teoria de Operadores/ Topics of Operator Theory	ARAF	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria Ergódica e Dinâmica Hiperbólica/Ergodic Theory and Hyperbolic Dynamics	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Cálculo de Variações e Equações Diferenciais Parciais/Calculus of Variations and Partial Differential Equations	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Sistemas Dinâmicos Discretos/Discrete Dynamical Systems	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria de Bifurcação em Equações Diferenciais/Bifurcation Theory in Differential Equations	EDSD	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Geometria e Teoria de Gauge/Geometry and Gauge Theory	FisMat	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Teoria de Cordas /String Theory	FisMat	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Geometria Algébrica/Algebraic Geometry	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Geometria Simpléctica/Symplectic Geometry	Geom	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Lógica Funcional e Teoria da Demonstração/Functional Logic and Proof Theory	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Computação, Informação e Lógica Quânticas/Quantum Computation, Information and Logic	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Novos Paradigmas da Computação/Unconventional Models of Computation	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS

Complementos de Lógica e Teoria da Computação/Complements of Logic and Theory of Computation	LogComp	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Tópicos Avançados de Inferência Estatística/Advanced Topics in Statistical Inference	PE	Semestral	210	T-56;	7.5	Opcional 1-entre o 1º e 2º semestre deverão ser escolhidos entre 30ECTS e 37,5ECTS
Opção Livre/Free Option	OL	Semestral	210	n.a	7.5	Opccional 2-entre o 1º e 2º sem. poderão ser escolhidos 7,5ECTS,podem ser do MMA.Insc.AprovCoord.
Seminário de Investigação em Matemática II/Reserch Seminar in Mathematics II (23 Items)	CT	Semestral	42	S-21;	1.5	Obrigatória

## Perguntas A15 a A16

### A15. Regime de funcionamento:

*Diurno*

#### A15.1. Se outro, especifique:

*<sem resposta>*

#### A15.1. If other, specify:

*<no answer>*

### A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respectiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)

*Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso*

## A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

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

---

#### Mapa III - Protocolos de Cooperação

#### Mapa III

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

*<sem resposta>*

##### A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

*<sem resposta>*

#### Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes

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

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

*<sem resposta>*

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

---

#### A17.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios

e períodos de formação em serviço.

<sem resposta>

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

<no answer>

## A17.4. Orientadores cooperantes

---

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

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

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

<sem resposta>

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

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study cycles)

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

<sem resposta>

## Pergunta A18 e A19

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*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:

*Secção 1, A10 - a plataforma aceita apenas números, razão pela qual aparece "0" em vez de "não aplicável"*

*Secção 3, ponto 5.1.3: não aplicável.*

*Na secção 4, ponto 6.2.1., as fichas das unidades curriculares do primeiro semestre Álgebras de Operadores, Equações Diferenciais Parciais de Evolução, aparecem com (0.0) horas de contacto, porque estas unidades curriculares funcionaram em regime tutorial. As fichas das unidades curriculares do primeiro semestre Lógica Modal, Lógica Cleística, Tópicos de Análise Aplicada e Numérica, Complexidade de Kolmogorov, Tópicos Avançados em Segurança de Informação I, aparecem com (0.0) horas de contacto, porque estas unidades curriculares, embora oferecidas, não tiveram alunos. Algumas das unidades curriculares do segundo semestre aparecem com (0.0) horas de contacto, porque os horários ainda não foram lançados.*

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

*Secção 4, ponto 7.1.4.: não aplicável.*

#### A20. Observations:

*Section 1, A10 – it is worth noting that the platform only accepts numbers; that is why ‘0’ appears instead of “not applicable”*

*Section 3, item 5.1.3: not applicable.*

*In 6.2.1., section 4, the number of contact hours indicated for the curricular units of the first semester Algebras of Operators, Evolution Partial Differential Equations, is (0,0) because these curricular units were offered as a tutorial. The number of contact hours indicated for the curricular units of the first semester Modal Logic, Kleistic Logic, Topics in Numerical and Applied Analysis, Kolmogorov Complexity, Advanced Topics in Information Security I, is (0,0), because although these courses were offered, they didn’t have students. Some of the curricular units of the second semester have (0.0) contact hours, because their time schedule has not yet been assigned.*

*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”.*

*Section 4, item 7.1.4.: not applicable.*

#### 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 Programa Doutoral em Matemática tem como objectivo a formação de investigadores capazes de conduzir investigação de excelência em diversos domínios da matemática pura e aplicada. Para esse fim, oferece uma formação avançada em matemática ao mais alto nível, quer em profundidade quer em amplitude. A parte curricular do programa inclui cadeiras nas áreas de análise, álgebra, lógica, geometria, topologia, equações diferenciais, sistemas dinâmicos, física-matemática, análise numérica, probabilidades e estatística, e ciência da computação. O Programa Doutoral em Matemática visa a formação de investigadores altamente qualificados capazes de conduzir investigação de ponta no meio académico ou na indústria, em Portugal ou no estrangeiro.*

### 1.1. study programme’s generic objectives.

*The Doctoral Program in Mathematics aims at training researchers capable of conducting forefront research in various fields of pure and applied mathematics. For this purpose, it provides advanced training in mathematics at the highest level, both in depth and in breadth. The course part of the program includes advanced courses in analysis, algebra, logic, geometry, topology, differential equations, dynamical systems, mathematical physics, numerical analysis, probability and statistics, and computer science. The Doctoral Program in Mathematics aims at training researchers of high quality, capable of conducting cutting-edge research in both academia and industry, in Portugal or abroad.*

### 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 9523/2012 publicado em Diário da Republica de 13 de Julho de 2012,*

*“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 Programa Doutoral em Matemática tem como objectivo preparar investigadores de ponta em Matemática, tirando partido da oferta curricular, da capacidade e experiência em investigação e formação pós-graduada dos docentes envolvidos. Ao recorrer à leccionação na língua inglesa, o programa consegue atrair alunos estrangeiros, contribuindo desta forma para a internacionalização da formação pós-graduada. Como tal, os objectivos do programa enquadram-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 valorization 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 Doctoral Program in Mathematics aims to prepare high-level researchers in mathematics, taking advantage of the course offer and of the capacity and experience in research and postgraduate training of the professors involved. By offering the courses in English, the program manages to attract foreign students, thus contributing to the internationalization of postgraduate training. As such, the objectives of the program fit perfectly well into 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 de várias maneiras, de forma a atrair estudantes nacionais e internacionais de alta qualidade:***

***1) através da página web do Programa Doutoral em Matemática.***

***Nesta página existe informação actualizada sobre a estrutura curricular e os objectivos do programa;***

***2) através de emails para listas de divulgação, e de anúncios em sites de Matemática (europeus e outros);***

***3) através de posters enviados aos departamentos de Matemática em todo o mundo;***

***4) através de anúncios em revistas de Matemática.***

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

***The advertisement of the program is made through various channels so as to attract national and international students of high quality:***

***1) through the website of the Doctoral Program in Mathematics.***

***This web page has updated information on the program's objectives and course work;***

***2) via emails to dissemination lists, via advertisement on Mathematics webpages (European and other sites);***

***3) through posters sent to departments of Mathematics throughout the world;***

***4) through advertisements in Mathematics journals.***

## **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.**

*A Coordenação Científica do CE conducente ao grau de doutor é da responsabilidade da Comissão Científica do CE, que é constituída por um coordenador e por professores que representam as áreas científicas do Departamento de Matemática e estruturas transversais que participam no CE, incluindo mais do que um professor catedrático. A Coordenação Pedagógica é da responsabilidade de uma comissão, constituída por um coordenador e por varios professores.*

*A criação, extinção ou alteração de CE tem procedimentos aprovados pelo IST disponíveis na página WEB do CG. Os Departamentos ou Estruturas elaboram propostas e remetem-nas ao Presidente. Os processos passam pelos vários órgãos (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.**

*The Scientific Coordination of the Doctoral Program leading to a PhD degree is up to the Executive Committee of the Doctoral Program, which includes one coordinator and several professors (some of which are full professors) representing the scientific areas of the department of Mathematics.*

*The Pedagogical Coordination is up to one Committee, which includes a coordinator and several professors.*

*The creation, windup or amendment of the Doctoral program involves procedures approved by IST available at the webpage of the Governing Board. The Departments or Structures elaborate proposals and send them to the President. The processes are subject to the approval of the different bodies of IST (CC, CP, CG, CE) and are ultimately approved or not by the Rector.*

*The distribution fo the teaching service is proposed by the Departments, approved by the CC and authorized by the President of IST. The standards and mechanisms are defined in the Service Provision Regulations of IST Teaching staff.*

**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 Coordenação Científico-Pedagógica do curso mencionada no ponto 2.1.1. Mais adiante serão referidas outras formas de contribuição dos estudantes e docentes, referindo-se como exemplo alguns inquéritos tais como o QUC (avaliação das UC), que prevê a auscultação de alunos e docentes, e inquérito de avaliação da empregabilidade dos diplomados, cujos resultados são incorporados num relatório Anual de Autoavaliação de cada CE (R3A). Neste momento está definido o modelo para este relatório no 3º ciclo, estando em curso o alargamento do QUC.*

**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 Studies Cycle is ensured in different ways, for example, through the Scientific and Pedagogical Coordination mentioned in 2.1.1.*

*Other forms of contribution in the 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, and survey for the assessment of graduates' employability, whose results are incorporated into an annual self-assessment report (R3A). At the moment the model for this 3rd cycle report is already defined, and the QUC extension is in progress.*

## **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 assurance 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 ações de melhoria.**  
*Não aplicável.*

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

*Not applicable.*

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

*O Doutoramento em Matemática foi acreditado preliminarmente pela A3ES em 2010, sem qualquer tipo de condição e/*

ou recomendação.

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

*The Doctoral Program in Mathematics was preliminarily accredited by A3ES in 2010, without any condition and / or recommendation.*

## 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)
2 Bibliotecas/ 2 Libraries	1018.5
6 Gabinetes/ 6 Offices	200.5
4 Salas de reunião/seminários/ 4 Meeting and seminar rooms	150
6 Salas de leccionação/ 6 class rooms	410

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	27
Impressora/Impressora	4

### 3.2 Parcerias

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

*O Programa Doutoral em Matemática é oferecido no âmbito das seguintes parcerias internacionais:*

*Grau dual em Matemática, envolvendo o IST e a Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne;*

*Grau dual em Matemática, envolvendo o IST e a Carnegie Mellon University;*

*Parceria internacional com UT Austin, no âmbito da parceria CoLab UT Austin - Portugal Matemática.*

3.2.1 International partnerships within the study programme.

*The Doctoral Program in Mathematics is offered within the following international partnerships:*

*Dual degree in Mathematics, involving IST and the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne;*

*Dual degree in Mathematics, involving IST and Carnegie Mellon University;*

*International partnership with UT Austin, based on the partnership program CoLab UT Austin - Portugal Mathematics.*

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

*Existe uma interacção muito forte entre os programas de mestrado e doutoramento em Matemática do IST, bem como entre o Programa Doutoral em Matemática e os programas doutorais de Segurança de informação, Estatística e Processos Estocásticos e o Programa Doutoral em Física e Matemática da informação.*

**Existe um protocolo entre o IST e a Faculdade de Ciências de Lisboa que estabelece condições para a partilha de disciplinas dos cursos de Doutoramento em Matemática.**

**3.2.2 Collaboration with other study programmes of the same or other institutions of the national higher education system. Strong interaction between the master's and doctoral programs in Mathematics of IST, as well as between the Doctoral Program in Mathematics and the doctoral programs in Information Security, in Statistics and Stochastic Processes, and the Doctoral Program in Physics and Mathematics of Information.**

**There is a protocol between IST and the Faculty of Sciences of Lisbon establishing conditions for sharing PhD courses in Mathematics.**

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

**Existe um protocolo entre o IST e a Faculdade de Ciências de Lisboa que estabelece condições para a partilha de disciplinas dos cursos de Doutoramento em Matemática.**

**Existem protocolos de cooperação interinstitucional com ciclos de estudos de outras instituições de ensino superior, nomeadamente no âmbito das parcerias internacionais mencionadas no ponto 3.2.1.**

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

**There is a protocol between IST and the Faculty of Sciences of Lisbon establishing conditions for sharing PhD courses in Mathematics.**

**There are protocols for inter-institutional cooperation with study programs of other higher education institutions, in particular in the context of the international partnerships mentioned in section 3.2.1.**

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

**Ligação com centros hospitalares (IMM, Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, IBILI) através de projectos que envolvem a modelação matemática e a simulação numérica de problemas complexos, clinicamente relevantes, associados a patologias do sistema cardiovascular.**

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

**Connections with hospitals (IMM, University of Coimbra Hospital Centre, IBILI) through projects involving mathematical modeling and numerical simulation of complex, clinically relevant problems associated with diseases of the cardiovascular system.**

## **4. Pessoal Docente e Não Docente**

### **4.1. Pessoal Docente**

---

#### **4.1.1. Fichas curriculares**

**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 - Maria Teresa Romãozinho Marques Diogo

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

*Maria Teresa Romãozinho Marques Diogo*

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 - Gabriel Esperança Pires

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

*Gabriel Esperança Pires*

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 Alberto Varelas da Rocha

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

*Carlos Alberto Varelas da Rocha*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor 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 - Pedro Miguel Rita da Trindade e Lima

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

*Pedro Miguel Rita da Trindade e Lima*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António Manuel Pacheco Pires

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

*António Manuel Pacheco Pires*

**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 - João Luís Gonçalves Dias Ferreira Alves**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Luís Gonçalves Dias Ferreira 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 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 - Leonor Pires Marques de Oliveira Godinho**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Leonor Pires Marques de Oliveira Godinho*

**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 - Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos*

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 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - Miguel Tribolet de Abreu****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Miguel Tribolet de Abreu***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 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):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 - Rui António Loja Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui António Loja Fernandes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 - 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 - 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 - José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão*

**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 - 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 - Roger Francis Picken****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Roger Francis Picken*

**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 - Pedro Miguel Marques Francisco Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Pedro Miguel Marques Francisco Lopes*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - 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 - Helena Maria Narciso Mascarenhas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Helena Maria Narciso Mascarenhas*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor 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 - Aires José Pinto dos Santos**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Aires José Pinto dos Santos*

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

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

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

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

**Mapa VIII - Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro*

**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 - Amílcar dos Santos Costa Sernadas**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Amílcar dos Santos Costa 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 - 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 - Maria Amélia Duarte Reis Bastos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Maria Amélia Duarte Reis Bastos*

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 - Cláudia Valls Angles

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

*Cláudia Valls Angles*

**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](#)

**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 - Michael Joseph Paluch****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Michael Joseph Paluch***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 Carlos Pedro Cardoso Matias****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Carlos Pedro Cardoso Matias***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 - Margarida Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Margarida Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes Lopes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 - Nikola Paunković**

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

**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 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 - 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 - 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 - Paulo José de Jesus Soares****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Paulo José de Jesus Soares*****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](#)**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**

<b>Nome / Name</b>	<b>Grau / Degree</b>	<b>Área científica / Scientific Area</b>	<b>Regime de tempo / Employment link</b>	<b>Informação/ Information</b>
Carlos José Santos Alves	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Romãozinho Marques Diogo	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Henrique Manuel dos Santos Silveira de Oliveira	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gabriel Esperança Pires	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Alberto Varelas da Rocha	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Rita da Trindade e Lima	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Pacheco Pires	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Luís Gonçalves Dias Ferreira Alves	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Leonor Pires Marques de Oliveira Godinho	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Filipe Quintas dos Santos Rasga	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Luís Pimentel Nunes	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso	Doutor	FISICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Juha Hans Videman	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Leonor Mestre Vicente Silvestre	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Tribolet de Abreu	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria da Conceição Pizarro de Melo Telo Rasquilha Vaz Pinto	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui António Loja Fernandes	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Diogo Luís de Castro Vasconcelos de Aguiar Gomes	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Alexandre Carreira Mateus	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Doutor	FÍSICA e MATEMÁTICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Armindo Arango Florentino	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Roger Francis Picken	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Pedro Miguel Marques Francisco Lopes	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Helena Maria Narciso Mascarenhas	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Daniel Mimoso Paulino	Doutor	ESTATISTICA	100	Ficha submetida
Aires José Pinto dos Santos	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Amílcar dos Santos Costa Sernadas	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Cristina Sales Viana Seródio Sernadas	Doutor	PROBABILIDADE E ESTATISTICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Duarte Reis Bastos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Cláudia Valls Angles	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Félix Gomes da Costa	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Ana Maria Nobre Vilhena Nunes Pires de Melo Parente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Michael Joseph Paluch	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Carlos Pedro Cardoso Matias	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Margarida Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes Lopes	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Nikola Paunković	Doutor	FISICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário de Oliveira Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Manuel João Cabral Morais	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Paulo José de Jesus Soares	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
			<b>4200</b>	

<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

42

##### 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

42

##### 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)

100

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

42

##### 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](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 programa é apoiado por dois funcionários não docentes partilhados com os programas de doutoramento em Matemática e doutoramento em Estatística e Processos Estocásticos, com a licenciatura Bolonha em Matemática Aplicada e Computação (LMAC) e com o programa Mestrado Bolonha em Matemática e Aplicações (MMA).*

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

*The program is supported by two non-teaching staff members, giving support to both the doctoral program in Mathematics and the doctoral program in Statistics and Stochastic Processes, as well as to the bachelor program in Applied Mathematics and Computation (LMAC) and the master's program in Mathematics and Applications (MMA).*

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

*1) Licenciatura em Direito ( Pré-Bolonha).*

*2) 12º ano.*

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

*1) Bachelor degree in Law (pre-Bolonha).*

*2) 12 years of school.*

**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	72
Feminino / Female	28

#### 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	4
24-27 anos / 24-27 years	40
28 e mais anos / 28 years and more	56

#### 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	4
Centro / Centre	0
Lisboa / Lisbon	72
Alentejo / Alentejo	4
Algarve / Algarve	4
Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	16

#### 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	79
Secundário / Secondary	8
Básico 3 / Basic 3	3
Básico 2 / Basic 2	5
Básico 1 / Basic 1	5

#### 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	40
Desempregados / Unemployed	0
Reformados / Retired	20
Outros / Others	40

### 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
Doutoramento	25
	<b>25</b>

### 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	0	0	0
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	0	0	0
N.º colocados / No. enrolled students	0	0	0
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.

*O plano de estudos do aluno é elaborado pelo orientador e pelo coordenador do programa, tendo em conta os interesses científicos do aluno. O acompanhamento do aluno é personalizado. O percurso académico e o trabalho de investigação do aluno é acompanhado de perto pelo orientador.*

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

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

*The course work plan of the student is designed by both the supervisor and the program coordinator, taking into account the scientific interests of the student. The academic pathway and the research work of the student are closely monitored by the supervisor.*

*In case of need, students may ask for psychological support and help from the medical services at IST.*

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

*Todos os alunos são acolhidos nos centros de investigação credenciadas pela FCT e associadas ao Departamento de Matemática, onde desenvolvem as respectivas actividades de investigação. Nestes centros são promovidas acções*

*que facilitam a integração dos alunos, tais como seminários de investigação regulares, participação em grupos de leitura, encontros informais de natureza científica.*

*Também são organizadas actividades de carácter lúdico, tais como almoços e jantares com speakers de seminários.*

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

*Our PhD students are integrated into the various research centers of the Department of Mathematics. They perform their research as members of these research centers, benefiting from the various activities of the centers for promoting their integration, such as regular research seminars, informal lunch seminars and other informal meetings of scientific nature.*

*In addition, there are also social activities that take place on a regular basis, such as eating out with seminar speakers.*

#### 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 previsto no QUC é um inquérito aos estudantes congregando as suas opiniões sobre vários aspetos do processo de ensino e aprendizagem de cada UC, contudo, por ora este sistema 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.*

#### 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. This system is only available for 1st and 2nd cycle programmes, in common course units, but it will soon be extended to other course units/cycles.*

#### 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 ainda 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.

*O doutoramento visa o aprofundamento do conhecimento na área da Matemática. Tem como objectivo a habilitação para o desempenho de actividades de investigação científica independente, de qualidade internacionalmente reconhecida, em instituições de ensino superior, em laboratórios de investigação e em serviços especializados da administração pública e do sector empresarial.*

*O Programa de Doutoramento em Matemática compreende duas partes: uma componente curricular, e uma tese de doutoramento. Duração total: 4 anos.*

*A componente curricular é constituída por unidades curriculares de base científica adequadas à formação para a investigação proposta. O plano de estudos de cada aluno é composto por um Seminário de Investigação em Matemática, e por cinco cadeiras das áreas científicas de: álgebra e topologia, análise real e funcional, análise numérica e análise aplicada, equações diferenciais e sistemas dinâmicos, física-matemática, geometria, probabilidades e estatística, lógica e computação. As cinco cadeiras são do programa doutoral em Matemática, excepto uma, que poderá ser do programa de mestrado MMA.*

*A tese de doutoramento deve traduzir a realização de um trabalho de investigação substancial que cumpre critérios de originalidade, profundidade e rigor científico. As teses de doutoramento são julgadas por elevados padrões científicos. Ao longo do processo de investigação valoriza-se a publicação em co-autoria em revistas científicas com impacto internacional.*

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

*The PhD aims at deepening the student's knowledge in Mathematics, to enable him/her to engage in independent high-level scientific R&D activities at higher education institutions, research laboratories, specialized public sector services or in the private sector.*

*The PhD program in Mathematics comprises two parts : course work and a PhD thesis. Duration of the program: 4 years.*

*The course work consists of suitably chosen courses that take into account the nature of the student's scientific research interests and research proposal. The study plan of each student comprises one research seminar as well as five courses chosen from the following scientific areas: algebra and topology , real analysis, functional analysis and numerical analysis, differential equations and dynamical systems, mathematical physics, geometry, probability and statistics, logic and computation. The five courses are PhD courses, with the exception of one, which may be a master's (MMA) course,*

*The PhD thesis is based on original research that has to meet high standards of scientific depth and scientific rigor. It is expected that the research work will give rise to one or more publications in scientific journals with a high international*

*impact factor.*

**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 adopção do modelo de organização em três ciclos; a adopção 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 de 3º ciclo fortemente baseado numa forte componente de investigação garantindo o cumprimento dos princípios de Bolonha ao mais elevado nível.*

*O programa doutoral em Matemática está organizado em conformidade com o disposto acima. Para a obtenção do grau, o aluno tem que realizar os ECTS previstos no ponto A.8, sendo que a tese contribui a maior parte dos ECTS.*

**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 Higher Education: 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 doctoral programs at IST have a strong research component, thus fully complying with the high standards of the Bologna process.*

*The doctoral program in Mathematics is organized in accordance with the provisions above. To obtain a PhD degree in Mathematics, the student must obtain the number of ECTS mentioned under point A.8, with the thesis contributing most to this number.*

**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 syllabuses, 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.**

*As unidades curriculares estão estruturadas de modo a darem uma formação sólida especializada que permita o trabalho de investigação autónomo e original a desenvolver na dissertação. Esta dissertação está usualmente inserida no âmbito dos trabalhos de projectos de investigação nos vários Centros de Investigação existentes. Assim a integração dos alunos é efectuada de uma maneira muito natural e eficaz, uma vez que todo o trabalho é usualmente desenvolvido nos Centros de Investigação.*

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

*The courses are structured in such a way as to provide the students with a solid advanced training that will enable them to pursue independent research towards a PhD thesis. The thesis topic is usually based on ongoing research at the various Centers comprising the department of Mathematics. Hence, the research activity of the student is naturally carried out in the context of a research center, thus facilitating his/her integration as a full member of the research team.*

## **6.2. Organização das Unidades Curriculares**

---

### **6.2.1. Ficha das unidades curriculares**

#### **Mapa IX - Métodos Numéricos para Equações Diferenciais Ordinárias**

##### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

### **Métodos Numéricos para Equações Diferenciais Ordinárias**

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

***Pedro Miguel Rita da Trindade e Lima (63.0)***

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

***Nenhuns.***

***None.***

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

***Apresentar noções complementares para a aproximação numérica de EDOs com ênfase em problemas singulares e aceleração de convergência.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***To provide complementary notions of numerical approximation of ODEs with emphasis in singular problems and convergence acceleration.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***Problemas de valores iniciais. Exemplos de problemas de valores iniciais. Métodos unipasso. Métodos baseados na série de Taylor. Métodos de Runge-Kutta. Análise do erro. Estabilidade e rigidez (stiffness). Métodos multipasso. Métodos predictor-corrector. Métodos multipasso baseados em quadraturas. Estabilidade dos métodos multipasso. Problemas de valores de fronteira e de valores próprios. Exemplos de problemas com aplicações em física. Redução a problemas de valores iniciais (método shooting). Métodos de diferenças finitas. Problemas lineares. Problemas não-lineares. Métodos variacionais. Métodos para problemas de valores próprios. Problemas singulares e métodos assintóticos. Classificação das singularidades de equações diferenciais lineares. Desenvolvimentos assintóticos da solução em torno de singularidades regulares. Singularidades em equações não lineares. Equações diferenciais singularmente perturbada. Aceleração de convergência. Desenvolvimentos assintóticos do erro.***

**6.2.1.5. Syllabus:**

***Initial Value Problems: Examples of initial value problems; Unistep methods: Methods based on the Taylor series; Runge-Kutta methods; Error analysis; Stability and stiffness; Multistep methods: Methods based on quadratures; Stability of multistep methods; Methods for stiff systems. Boundary Value and Eigenvalue Problems: Applications in physics; Reducing to initial value problems (shooting method); Finite difference methods: Linear problems; Nonlinear problems; Reducing to integral equations; Variational methods; Methods for eigenvalue problems. Singular Problems and Asymptotic Methods: Classification of singularities; Asymptotic expansions near regular singularities; Correct statement of the boundary conditions at singularities. Singularly Perturbed Problems: Analytic behavior of solutions; Second order boundary value problems. Convergence Acceleration Asymptotic error expansions; Richardson extrapolation and its generalizations.***

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

***A cadeira tem como objectivo alargar e aprofundar os conhecimentos na area de métodos numéricos para equações diferenciais ordinárias (EDO). Por isso, o programa inclui tópicos actuais que não fazem parte dos programas habituais de análise numérica e que são de utilidade para o tratamento numérico de EDO, tais como métodos computacionais para sistemas rígidos, EDO não-lineares, problemas de valores de fronteira singulares e aceleração de convergência.***

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

***The main goal of this curricular unit is to enlarge and to deepen the knowledge in the field of numerical methods for Ordinary Differential Equations (ODE). Therefore, the syllabus includes some actual topics which are not included in standard courses of Numerical Analysis and are useful for the numerical treatment of ODE, such as computational methods for stiff systems, nonlinear ODEs, singular boundary value problems and convergence acceleration.***

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

***As metodologias de ensino incluem tanto a análise teórica dos métodos como a discussão da sua implementação computacional. Por isso, presta-se bastante atenção à apresentação de exemplos numéricos que ilustram a aplicação dos métodos. Além disso, a avaliação inclui trabalhos computacionais a realizar pelos alunos.***

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

***The teaching methodologies include both theoretical analysis of the methods and their computational implementation.***

***Thus, much attention is paid to the presentation of numerical examples that illustrate the application of methods. Moreover, the evaluation includes computational projects to be carried out by the students.***

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

***As metodologias de ensino foram concebidas de modo a adquirir competências teóricas (capacidade de analisar os métodos) e práticas (capacidade de os implementar computacionalmente e analisar os resultados). Tudo isso é coerente com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***

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

***The teaching methodologies were conceived to give the students theoretical skills (analysis of methods) and practical ones (ability to implement methods and analyze numerical results). This is coherent with the learning outcomes of this curricular unit.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

***Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, J C Butcher, 2003, J. Wiley; Scientific Computing and Differential Equations: an Introduction to Numerical Methods, G H Gollub and J M Ortega, 1991, Academic Press; A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, A. Iserles, 1996, Cambridge Univ. Press; Numerical Methods for Singularly Perturbed Differential Equations, H.G. Roos, M.Stynes and L.Tobiska, 1996, Springer***

**Mapa IX - Análise Numérica de Equações Integrais**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Análise Numérica de Equações Integrais***

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

***Maria Teresa Romãozinho Marques Diogo (56.0)***

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

***Nenhuns.***

***None.***

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

***Estudar alguns dos principais métodos numéricos para resolver equações integrais e integrodiferenciais de Volterra; analisar os métodos no que respeita à consistência, convergência e estabilidade.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***Study some of the main numerical methods for the solution of Volterra integral and integrodiferencial equations; analyse the methods with respect to consistency, convergence and stability.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***Introdução***

***Classificação das equações integrais de Volterra. Relação entre as equações de Volterra e problemas de valor inicial. Teoremas de existência e unicidade de solução. Propriedades de regularidade das soluções. Desigualdades do tipo Gronwall.***

***Métodos numéricos para equações integrais e integrodiferenciais de Volterra***

***Métodos de tipo passo múltiplo e por blocos. Alguns conceitos de estabilidade. Métodos de tipo colocação. Equações integrais com núcleo fracamente singular: técnicas de integração produto; transformações de variáveis; desigualdades de Gronwall generalizadas.***

**6.2.1.5. Syllabus:**

***Introduction***

***Classification of Volterra integral equations. Relation between Volterra equations and initial value problems. Theorems on existence and uniqueness of solution. Smoothness properties of the solutions. Gronwall-type inequalities.***

**Numerical methods for Volterra integral and integrodifferential equations Linear multistep and block by block methods. Some concepts of stability. Collocation-type methods. Integral equations with weakly singular kernels: product integration techniques; variable transformations; generalised Gronwall inequalities.**

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

***Estudo de tópicos representativos da Análise Numérica de Equações integrais de Volterra, de modo a permitir um estudo tão aprofundado quanto possível de várias técnicas importantes da área bem como o seu uso noutras disciplinas/áreas de investigação.***

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

***Study of selected topics within the Numerical Analysis of Volterra Integral Equations, aiming at a comprehensive study of some important techniques used in this research area which can also be useful in other courses/research areas.***

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

***Frequência de aulas onde os principais conceitos teóricos e resultados sobre cada tópico são explicados. Avaliação: um projecto, onde são requeridos o estudo teórico e a implementação em computador de métodos numéricos aplicados a várias equações integrais; uma apresentação oral num tema escolhido.***

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

***Attendance of lectures where the main theoretical concepts and results about each topic are taught. Evaluation: a) one project where the theoretical study and computational implementation of numerical methods applied to some integral equations are required; one oral presentation about a selected theme.***

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

***O método de ensino/avaliação tem por fim uma aprendizagem consistente de métodos analíticos e numéricos para uma classe de problemas, estimulando a experimentação prática como auxiliar da investigação.***

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

***The teaching/ evaluation method aims to a good understanding of analytical and numerical methods for a class of problems, where the practical experimentation is an essential tool in theoretical research.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

***Analytical and Numerical Methods for Volterra Equations, P. Linz, 1985, SIAM studies in Applied Mathematics, Philadelphia; The Numerical Solution of Volterra Equations, H. Brunner, P. J. van der Houwen, 1986, North-Holland, Amesterdam***

**Mapa IX - Teoria das Categorias**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Teoria das Categorias***

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

***Michael Joseph Paluch (0.0)***

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

***Nenhuns.***

***None.***

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

***Dominar os conceitos básicos da teoria das categorias, por exemplo adjunções, equivalências e limites, subjacentes a construções importantes que surgem em muitas áreas da matemática. Contactar com vários exemplos, provenientes de áreas como a álgebra, a geometria, a topologia e a lógica. Em particular adquirir conhecimento acerca de feixes e topoi e ganhar familiaridade com a noção de que a matemática pode ser interpretada num topos arbitrário, tomando***

como exemplos teoremas da álgebra e da topologia, relacionados por meio de representações de anéis em feixes.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*To master the fundamental concepts of category theory, for instance adjunctions, equivalences, and limits, which underly constructions that are important and arise in many areas of mathematics. To see various application examples from areas such as algebra, geometry, topology, and logic. In particular, to obtain knowledge about sheaves and toposes, and to gain familiarity with the idea that mathematics can be interpreted in an arbitrary topos, taking as examples theorems from algebra and topology, related by means of sheaf representations of rings.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Categorias e funtores. Transformações naturais, Lema de Yoneda, setas universais. Limites e colimites: igualadores, coigualadores, produtos, coprodutos, produtos fibrados, núcleos, conúcleos. Completude, cocompletude e as suas caracterizações por meio de (co)igualadores e (co)produtos. Adjunções. Preservação e criação de (co)limites. Teoremas sobre adjunções: Teorema de Freyd e Teorema Especial do Functor Adjunto. Exemplos provenientes de outras áreas da matemática, tais como objectos simpliciais e espaços de Eilenberg-Mac Lane para a classificação da cohomologia.*

*Pré-feixes, feixes, fibrados e homeomorfismos locais. Espaços anelados e representações de anéis comutativos. Feixes de anéis enquanto anéis numa categoria de feixes. Classificadores de subobjectos. Exponenciação. Topos elementar. Lógica interna de um topos. Números naturais e números reais num topos. Módulos finitamente gerados, módulos projectivos e módulos livres num topos. O Teorema de Swan.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Categories and functors. Natural transformations, Yoneda Lemma, universal arrows. Limits and colimits: equalizers, coequalizers, products, coproducts, pullbacks, pushouts, kernels, cokernels,. Completeness, cocompleteness, and their characterization by means of (co)equalizers and (co)products. Adjunctions. Preservation and creation of (co)limits. Theorems about adjunctions: Freyd's Theorem, and Special Adjoint Functor Theorem. Examples stemming from other areas of mathematics, such as simplicial objects, and Eilenberg-Mac Lane spaces for the classification of cohomology.*

*Presheaves. sheaves, bundles and local homeomorphisms. Ringed spaces and representations of commutative rings. Sheaves of rings as rings in a category of sheaves. Subobject classifiers. Exponentiation. Elementary toposes. The internal logic of a topos. Objects of natural numbers and real numbers in a topos. Finitely generated modules, projective modules, and free modules in a topos. Swan's Theorem.*

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

*Usando os conceitos fundamentais de conjuntos e funções o curso desenvolve uma linguagem axiomática e um conjunto de ferramentas que pode ser usado para exibir a interligação de diferentes áreas e subáreas de matemática.*

*Os exemplos específicos relacionando álgebra, topologia, geometria e lógica, nomeadamente os espaços de Eilenberg-Mac Lane, teoria de feixes, fibrados vetoriais e teoria de topos são analisados.*

*Os exemplos concretos selecionados transmitem de forma coerente a utilidade da teoria de categorias na unificação matemática, de acordo com os objectivos.*

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

*Using the seminal notions of sets and functions the course develops an axiomatic language and toolset which can be used to exhibit the interconnectedness of different mathematical fields and subfields. Specific examples relating algebra, topology, geometry and logic, namely Eilenberg-Mac Lane spaces, sheaf theory, vector bundles and topos theory are analyzed.*

*The selected concrete examples convey in a coherent fashion the utility of category theory in unifying mathematics, in accordance with the objectives.*

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas em que são apresentados e demonstrados resultados teóricos e aulas práticas em que são discutidos exemplos concretos. Avaliação: Fichas de exercícios e uma ficha-exame final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures in which theoretical results are stated and proved and concrete examples are discussed. Evaluation: Homework and a final written assignment.*

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

*Métodos de ensino e de avaliação habituais em cursos de matemática de terceiro ciclo.*

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

*Standard teaching and assesment methods for third cycle mathematics courses.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Categories for the Working Mathematician, Saunders Mac Lane, 1998, Springer, 2a edição.; Sheaves in Geometry and Logic - A First Introduction to Topos Theory, Saunders Mac Lane e Ieke Moerdijk, 1992, Springer; Stone Spaces, Peter T. Johnstone, 1982, Cambridge*

## Mapa IX - Tópicos Avançados de Probabilidades e Processos Estocásticos

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tópicos Avançados de Probabilidades e 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:**

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Aquisição de conceitos e técnicas avançadas de probabilidades e de modelação e análise de processos estocásticos, com exposição às respectivas aplicações.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Acquisition of advanced concepts and techniques in probability and of the modelling and analysis of stochastic processes, with exposition to their applications.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Espaços de probabilidade, variáveis aleatórias e funções mensuráveis. Independência, integração e esperança matemática. Conceitos de convergência de sucessões aleatórias e teoremas limite clássicos. Funções de Lyapunov e martingalas. Redes de filas de espera e sistemas de partículas; redes de Jackson e redes de Whittle. Processos de Poisson no espaço e modelos poissonianos espaço-temporais. Processos markovianos regenerativos. Movimento browniano e suas aplicações. Ordenação estocástica e suas aplicações.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Probability spaces, random variables, and measurable functions. Independence, integration and expectation. Convergence concepts and classical limit theorems. Lyapunov functions and martingales. Queueing networks and particle systems; Jackson and Whittle networks. Poisson-space models and space-time Poisson models. Markov regenerative processes. Brownian motion and its applications. Stochastic ordering and its applications.*

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

*Os conteúdos programáticos cobrem noções chave em Probabilidade e diversos tipos de Processos Estocásticos; a forma rigorosa como 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 notions in Probability and several types of Stochastic Processes; the rigorous 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 5 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, sob a supervisão do docente. A avaliação de conhecimentos na UC compreende:**  
**dois testes, de 1 hora e 30 minutos cada; 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 não podem efectuar recurso ou do 1º Teste ou do 2º Teste; preparação de um relatório (max. 20 páginas) sobre tema relacionado com o programa da disciplina ou o plano de doutoramento da/o aluno;**  
**seminário baseado no relatório (15/20 min. + 10 min. discussão).**  
**A nota final corresponde à média ponderada das notas de: dois testes (50%); relatório (40%); seminário (10%).**

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Class with around 5 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, under the supervision of the teacher. The assessment method comprises:**  
**two tests; the duration of each test is of 1 hour and 30 minutes; to pass the course, a student must attain at least 7.0 points in each test; the students cannot repeat the 1st. Test, the 2nd. Test;**  
**the preparation of a report (max. 20 pages) on a theme within the scope of the course program or the student's Ph.D. program;**  
**a seminar on based on the report (15/20 min. + 10 min. discussion).**  
**The final mark is the weighted average of: two tests (50%); report (40%); seminar (10%).**

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

**Abordagem típica em disciplinas da área de Probabilidades e Estatística ao nível de doutoramento.**

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

**Typical approach to Ph.D. courses on Probability and Statistics.**

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

**Markov Chains: Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues, P. Brémaud, 1999, Springer-Verlag, New York; Comparison Methods for Stochastic Models and Risks, A. Müller and D. Stoyan, 2002, Wiley, Chichester; Theoretical Probability for Applications, S. C. Port, 1994, Wiley, New York; A Probability Path, S. I. Resnick, 1999, Birkhäuser, Boston; Introduction to Stochastic Networks, R. Serfozo, 1999, Springer-Verlag, New York**

### Mapa IX - Teoria de Cordas

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

**Teoria de Cordas**

#### 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:

**Nenhuns.**

**None.**

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

**Introduzir os conceitos fundamentais de teoria de cordas, junto com uma introdução a diversos tópicos avançados de investigação.**

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

**Introduce the basic notions of string theory, together with an introduction to selected advanced research topics.**

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**Cordas Bosónicas: Acção de Polyakov, quantização covariante, corda aberta e corda fechada; Matriz-S, amplitudes a nível árvore e a um-loop; Superfícies de Riemann e CFT.**

***D-Branas e Dualidades: Compactificação toroidal, cordas fechadas e dualidade-T; Orbivariiedades; D-branas, dualidade-T e linhas de Wilson; Teoria de gauge e electrodinâmica de Born-Infeld.***

***Cordas Supersimétricas: Supercordas de tipo I e II, sectores de Ramond e Neveu-Schwarz, invariância modular e projecção GSO; Interações de supercordas; Compactificações em variedades Calabi-Yau.***

***Mais D-Branas e Dualidades: Dualidade-T; Interações de D-branas: cinemática, dinâmica e estados ligados; Dualidade-S, dualidade-U, M-teoria e outras dualidades; Buracos negros e AdS/CFT.***

***Teoria de Cordas Topológicas: Teoria de Chern-Simons; Geometria de Kähler e de Calabi-Yau; Modelos A e B; Simetria espelho; Dualidades e modelos de matrizes; Conjectura OSV.***

#### 6.2.1.5. Syllabus:

***Bosonic Strings: Polyakov action, covariant quantization, open strings and closed strings; S-matrix, tree-level and one-loop amplitudes; Riemann surfaces and CFT.***

***D-Branes and Dualities: Toroidal compactification, closed strings and T-duality; Orbifolds; D-branes, T-duality and Wilson lines; Gauge theory and Born-Infeld electrodynamics.***

***Superstrings: Superstrings of type I and II, Ramond and Neveu-Schwarz sectors, modular invariance and GSO projection; Superstring interactions; Calabi-Yau compactifications.***

***More on D-Branes and Dualities: T-duality; D-brane interactions: kinematics, dynamics and bound states; S-duality, U-duality, M-theory and other dualities; Black holes and AdS/CFT.***

***Chern-Simons theory; Kähler and Calabi-Yau geometry; Topological  $\mathbb{Z}_2$ -models, A and B models; Mirror symmetry; Large N dualities and matrix models; OSV conjecture.***

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

***Estudo de tópicos importantes de Teoria de Cordas, seleccionados para permitir um estudo tão aprofundado quanto possível da área e permitir o seu uso em disciplinas posteriores e na investigação.***

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

***Study of essential topics in String Theory, which were 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 and in research.***

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

***Aulas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Por ser uma cadeira avançada, a avaliação consiste na entrega de exercícios com periodicidade quinzenal (50%) e na escrita e apresentação oral de um projecto (50%). Este projecto versa um dos temas dado nas aulas ou algum tópico proposto pelo aluno que se enquadre nos objectivos da cadeira.***

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

***Lectures for introducing the theoretical concepts and proving the main results. Since this is an advanced course, evaluation consists of homework exercises every other week (50%) and a written and oral presentation of a project (50%). The project is about one of the topics of the syllabus or a topic proposed by the student which falls within the objectives of the course.***

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

***Métodos de ensino e de avaliação habituais em cursos de matemática de terceiro ciclo. A apresentação do projecto visa o treino da autonomia e capacidade analítica dos alunos.***

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

***Standard teaching and assessment methods for PhD mathematics courses. The presentation of the project aims at training the autonomy and analytic capabilities of the students.***

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

***The N = 2 Wonderland, Pietro Fré and Paolo Soriani, 1995, Pietro Fré and Paolo SORIANI; Superstring Theory: Introduction, M.B. Green, J.H. Schwarz and E. Witten, 1987, Cambridge University Press; Superstring Theory: Loop***

*Amplitudes, Anomalies and Phenomenology*, M.B. Green, J.H. Schwarz and E. Witten, 1987, Cambridge University Press; *Mirror Symmetry*, Kentaro Hori, Sheldon Katz, Albrecht Klemm, Rahul Pandharipande Richard Thomas, Cumrun Vafa, Ravi Vakil, Eric Zaslow, 2003, Clay Mathematics Institute; *Calabi-Yau Manifolds*, Tristan Hubsch, 1992, World Scientific; *Les Houches Lectures on Matrix Models and Topological Strings*, Marcos Mariño, 2005, arXiv:hep-th/0410165. ; *String Theory: An Introduction to the Bosonic String*, Joseph Polchinski, 1998, Cambridge University Press; *String Theory: Superstring Theory and Beyond*, Joseph Polchinski, 1998, Cambridge University Press; *A First Course in String Theory*, Barton Zwiebach, 2004, Cambridge University Press.

## Mapa IX - Complexidade de Kolmogorov

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Complexidade de Kolmogorov*

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

*Amílcar dos Santos Costa Sernadas (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Dominar os conceitos, técnicas, resultados fundamentais e aplicações significativas da teoria algorítmica da informação, incluindo complexidade de Kolmogorov de sequências e outras noções algorítmicas de aleatoriedade. Contactar com alguns tópicos na fronteira da investigação no domínio.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Master the concepts, techniques, main results and significant applications of algorithmic information theory, including Kolmogorov complexity of strings and other algorithmic notions of randomness. Contact with some topics in the foreground of the research activity in the area.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Síntese dos conceitos, técnicas e resultados relevantes de computabilidade e complexidade computacional. Complexidade de Kolmogorov de funções computáveis. Formulações alternativas de complexidade de sequências: simples, livre de prefixos e sobre palavras. Resultados fundamentais: invariância, incompressibilidade, compressão de linguagens, minoração/majoração, simetria de informação e codificação. Ligações à teoria da informação. Comparação entre as formulações alternativas. Panorâmica das aplicações: análise de algoritmos, lógica e segurança de informação. Complexidade de Kolmogorov com erros. Complexidade de Kolmogorov com recurso limitado. Complexidade e aleatoriedade de sucessões.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*Recap of relevant concepts, techniques and results of computability and computational complexity. Kolmogorov complexity of computable functions. Alternative formulations of Kolmogorov complexity of strings: plain, prefix-free and over words. Main theorems: invariance, incompressibility, language compression, bounding, symmetry of information and coding. Bridges to information theory. Comparison between the alternative formulations. Survey of applications: analysis of algorithms, logic and information security. Kolmogorov complexity with errors. Resource-bounded Kolmogorov complexity. Complexity and randomness of infinite sequences.*

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

*Após consolidação dos conceitos e resultados relevantes de computabilidade e complexidade, são apresentados os conceitos e resultados centrais da teoria da complexidade de Kolmogorov, incluindo teoremas da invariância, incompressibilidade, compressão de linguagens, minoração/majoração, simetria de informação e codificação, relacionamento com a teoria da informação e algumas aplicações mais significativas na fronteira da investigação.*

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

*After consolidating the relevant concepts and results of computability and complexity, the concepts and key results of the theory of Kolmogorov complexity are presented, including invariance, incompressibility, language compression, bounding, symmetry of information and coding theorems, relationship with information theory and some significant applications on the foreground of research.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Fichas semanais para exercitar as técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Apresentação pelo aluno de problema de investigação.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for presenting the concepts and proving the mains results. Weekly work assignments for exercising the techniques introduced in the lectures. Presentation by the student of a research problem.*

**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 doutorais 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 doctoral courses in Mathematics.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Computability and randomness, A. Nies, 2009, Science Publications*

**Mapa IX - Tópicos de Análise Aplicada e Numérica****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tópicos de Análise Aplicada e Numérica*

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

*Juha Videman (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Complementar conhecimentos em análise matemática e numérica para a resolução de problemas em equações diferenciais parciais. Implementação computacional.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To learn complementary mathematical and numerical techniques for problems in partial differential equations. Computational implementation.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Análise matemática e numérica da convergência e aproximação em espaços funcionais (Banach, Sobolev).*

*Métodos e problemas espectrais.*

*Métodos variacionais e métodos de sobreposição.*

*Sistemas de equações diferenciais parciais.*

*Tensores fundamentais.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Numerical and mathematical analysis of the convergence and approximation in functional spaces (Banach, Sobolev).*

*Spectral problems and methods.*

*Variational and superposition methods.*

*Systems of partial differential equations.*

*Fundamental tensors.*

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

*Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular / Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives [1000]*

*É dada uma visão geral sobre a teoria das ondas baseada em análise de EDPs lineares e não lineares e a sua visualização através de implementação de técnicas computacionais, exemplos e gráficos.*

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

*The students are given an overview of different wave phenomena based on the analysis of linear and nonlinear PDEs and their visualization through computer-aided techniques, examples and graphics.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas ou tutoriais de apresentação dos conceitos e ideias principais. Aulas de dúvidas para o acompanhamento do trabalho individual dos alunos. Avaliação contínua por apresentação de trabalhos e resolução de trabalhos de casa.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Classroom lectures or tutorial sessions for presenting the main concepts and ideas. Office hours to answer questions and guide the independent study work. Grading by homework assignments and oral presentations.*

**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.*

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

*The teaching methodology follows the usual practice at research universities.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Approximation of elliptic boundary-value problems, J P Aubin, 1972, Wiley Interscience; On spectral theory of elliptic operators, Y. Egorov, V. Kondratiev, 1996, Birkhauser; Mathematical theory of elastic and elasto-plastic bodies: an introduction, J. Necas, I. Hlavacek, 1980, Elsevier. Studies in Applied Mechanics*

**Mapa IX - Tópicos de Álgebras de Operadores**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tópicos de Álgebras de Operadores*

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

*Helena Maria Narciso Mascarenhas (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Introduzir o estudante às Teorias de Gelfand não comutativas em álgebras de Banach e a algumas das suas aplicações.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To introduce the student to non-commutative Gelfand theories for operator algebras and some of its applications.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Part 1:*

*Non-commutative Gelfand Theories in Banach Algebras*

*- Revision of commutative Gelfand theory*

*- Allan's local principle*

- *Norm-preserving localization*
- *Gohberg-Krupnik's local principle*
- *Simonenko's local principle*
- *PI-algebras*
- *Algebras generated by idempotents*

**Part 2:**

**Algebras of Operator Sequences**

- *Approximation methods and sequences of operators*
- *Algebraization*
- *Essentialization and lifting theorems*
- *Finite sections of Wiener-Hopf and Toeplitz operators*
- *Singular values and epsilon-pseudospectra*

**6.2.1.5. Syllabus:**

**Part 1:**

**Non-commutative Gelfand Theories in Banach Algebras**

- *Revision of commutative Gelfand theory*
- *Allan's local principle*
- *Norm-preserving localization*
- *Gohberg-Krupnik's local principle*
- *Simonenko's local principle*
- *PI-algebras*
- *Algebras generated by idempotents*

**Part 2:**

**Algebras of Operator Sequences**

- *Approximation methods and sequences of operators*
- *Algebraization*
- *Essentialization and lifting theorems*
- *Finite sections of Wiener-Hopf and Toeplitz operators*
- *Singular values and epsilon-pseudospectra*

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

*Esta disciplina tem como objectivos a introdução a alguns temas de álgebras de operadores, nomeadamente extensões da Teoria de Gelfand a álgebras não comutativas, bem como aplicações à Análise Assimptótica. Tendo em vista estes objectivos o programa encontra-se dividido em duas partes. A primeira parte em que se estudam diferentes extensões da Teoria de Gelfand tais como o Princípio Local de Allan, o Princípio local de Gohberg-Krupnik, O Princípio local de Simonenko, álgebras P.I. e álgebras geradas por idempotentes. A segunda parte é dedicada a álgebras de sucessões de operadores e mostra-se que certos problemas de Análise Assimptótica, como o comportamento assimptótico dos espectro, pseudoespectro, e estabilidade podem ser traduzidos em problemas de álgebras de Banach. Aplicações a sucessões de aproximação a operadores de Toeplitz e a operadores de Wiener-Hopf são abordadas.*

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

*This course aims to introduce some questions of operator algebras, including extensions of the Gelfand theory to noncommutative algebras and applications to Asymptotic Analysis. Considering these objectives the program is divided into two parts. The first part is the study of different extensions of the Gelfand theory such as Allan's local Principle, Gohberg-Krupnik's local Principle, Simonenko's Principle, PI algebras and algebras generated by idempotents. The second part is devoted to algebras of sequences of operators and it is shown that certain Asymptotic Analysis problems, such as the asymptotic behaviour of the spectrum, pseudospectrum, and stability can be translated into Banach algebras problems. Applications of the approximate sequences of Toeplitz operators and Wiener-Hopf operators are addressed.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Por ser uma cadeira avançada, a avaliação consiste na entrega de exercícios com periodicidade quinzenal (50%) e na escrita e apresentação oral de um projecto (50%). Este projecto versa um dos temas dado nas aulas ou algum tópico proposto pelo aluno que se*

*enquadre nos objectivos da cadeira.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for introducing the theoretical concepts and proving the main results. Since it is an advanced course, evaluation consists of homework exercises, every other week (50%) and a written and oral presentation of a project (50%). The project is about one of the topics of the syllabus or a topic proposed by the student which falls within the objectives of the course.*

**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 estabelecidos de forma a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente dos temas oferecidos e de acordo com os objectivos da unidade curricular.*

**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, accordingly with the course unit objectives.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Non-commutative Gelfand Theories: A Tool-kit for Operator Theorists and Numerical Analysts, S. Roch, P. A. Santos, B. Silbermann, 2010, (Universitext), Springer-Verlag; Introduction to Large Truncated Toeplitz Matrices, A. Boettcher, B. Silbermann, 1998, (Universitext), Springer-Verlag*

**Mapa IX - Teoria dos Nós**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Teoria dos Nós*

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

*Pedro Miguel Marques Francisco Lopes (56.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Introdução aos estudo dos nós e seus invariantes algébricos e numéricos: contagem de colorações, número mínimo de colorações; grupo fundamental do complemento do nó, invariante de Alexander, polinómio de Alexander; polinómio de Jones; parêntesis de Kauffman; quandle fundamental, invariante de CJKLS. Categorificações. Conexão com modelos exactamente solúveis em Mecânica Estatística e com Teoria Quântica do Campo. Nós de superfícies. Nós virtuais. Fornecer estes conhecimentos ao aluno, permitindo-lhe começar trabalho de investigação nesta área.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Introduction to the study of knots and their algebraic and numerical invariants: counting colorings, minimum number of colorings; fundamental group of the knot complement, Alexander invariant, Alexander polynomial; Jones polynomial; Kauffman bracket; fundamental quandle, CJKLS invariant. Categorifications. Connections to exactly solved models in Statistical Mechanics and to Quantum Field Theory. Knotted surfaces. Virtual knots. Supply the student with these materials enabling (s)he to do research work in this area.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Nós e suas representações: diagramas, tranças. Transformações de Reidemeister, Teorema de Reidemeister. Transformações de Markov. Teorema de Markov.*

*Invariantes: contagem de colorações; números mínimos de colorações.*

*Invariantes: o grupo fundamental do complemento do nó; o quandle fundamental.*

*O invariante de Alexander, os polinómios de Alexander: via cálculo de Fox; via superfícies de Seifert.*

*O polinómio de Jones; O parêntesis de Kauffman; O invariante de CJKLS.*

*</>Tópicos adicionais:</i>*

*Categorificações. Subfactores de tipo II1. Nós de superfícies. Limites de sucessões de nós. Estrutura de quandles. Modelos exactamente solúveis e invariantes de nós. Nós virtuais.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Knots and their representations: diagrams, braids. Reidemeister moves, Reidemeister theorem. Markov moves, Markov theorem.*

*Knot invariants: counting colorings, minimum number of colors.*

*The fundamental group of the knot complement; the fundamental quandle, the CJKLS invariant.*

*Alexander invariant, Alexander polynomials: via Fox free calculus; via Seifert surfaces.*

*Jones polynomial; Kauffman bracket. CJKLS invariant.*

*</>Additional topics:</i>*

*Categorifications. Type II1 subfactors. Knotted surfaces. Limits of sequences of knots. Structure of quandles. Exactly solved models and invariants for knots. Virtual knots.*

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

*O ensino do respectivo conteúdo programático constitui o objectivo desta unidade curricular o que demonstra a coerência do primeiro em relação ao segundo.*

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

*The teaching of the material described on the syllabus is the goal of this curricular unit which shows the coherence of the former vs. the latter.*

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Exposição oral da matéria com a resolução de problemas tipo para melhor assimilação da teoria. Nas sessões de dúvidas esclarecem-se questões levantadas pelos alunos e/ou discutem-se novos tópicos.*

*A avaliação resulta da resolução de listas de problemas apresentadas aos alunos de duas em duas semanas (50%); e da exposição oral de um tópico (50%).*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*In lectures the material is presented along with the solving of certain problems for clarification of the material. During office hours we discuss issues raised by the students on a more personal basis and/or elaborate on other topics.*

*The assessment stems from the solving of lists of problems, one list every two weeks (50%); and the presentation of a topic (50%).*

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

*A metodologia de ensino desta unidade curricular está alicerçada na avaliação contínua o que se evidencia pela distribuição de listas de problemas a cada duas semanas. Com isto pretende-se que o aluno esteja sempre em contacto com a matéria e, portanto, que ao fim do semestre se cumpram os objectivos de aprendizagem desta unidade curricular.*

*Por outro lado, a exposição oral de um tópico permite ao aluno explorar outros assuntos não abordados nas aulas, permitindo-lhe averiguar do seu interesse por esta área científica e quiçá posteriormente iniciar um trabalho de investigação.*

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

*The teaching methodology of this curricular unit is based on the*

**regular assessment of the student during the semester via the solving of a list of problems every two weeks. The goal here is to ensure that the student keeps in touch with the material so that by the end of the semester the goals of this curricular unit are met.**

**Moreover, the presentation of a topic allows for the exploration of other materials not covered during the semester. The student is then able to pick a topic which may later turn into a research project.**

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

***Braids, links, and mapping class groups*, J. Birman, 1975, *Annals of Math. Studies 82*, Princeton University Press, New Jersey; *Quandle cohomology and state-sum invariants of knotted curves and surfaces*, J. S: Carter et al, 2003, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 355, no. 10, 3947-3989 ; *Introduction to knot theory*, R. H. Crowell, R. H. Fox, 1977, *Graduate Texts in Mathematics 57*, Springer-Verlag, New York - Heidelberg ; *Knots and physics*, L. H. Kauffman, 2001, *Series on Knots and Everything 1*, World Scientific Publishing Co., River Edge, NJ ; *An introduction to knot theory*, W. B. R. Lickorish, 1997, *Graduate Texts in Mathematics 175*, Springer-Verlag, New York - Heidelberg**

### Mapa IX - Seminário de Investigação em Matemática

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

***Seminário de Investigação em Matemática***

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

***vários organizadores (0.0)***

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

***vários organizadores (Carlos Alberto Varelans da Rocha, João Luis Pimentel Nunes, Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso, Roger Francis Picken, Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva, Maria Amélia Duarte Reis Bastos, Cláudia Valls Angles, Margarida Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes lopes, Manuel João Cabral Morais, Paulo Alexandre Carreira Mateus);***

***os seminários são dados pelos speakers;***

***several organizers (Carlos Alberto Varelans da Rocha, João Luis Pimentel Nunes, Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso, Roger Francis Picken, Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva, Maria Amélia Duarte Reis Bastos, Cláudia Valls Angles, Margarida Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes lopes, Manuel João Cabral Morais, Paulo Alexandre Carreira Mateus);***

***the seminars are held by the speakers.***

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

***Contactar com tópicos de investigação recente em Matemática.***

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

***Make contact with recent research topics in Mathematics.***

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

***Frequentar seminários de investigação do Departamento de Matemática.***

#### 6.2.1.5. Syllabus:

***Math Department research seminars.***

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

***Basta atender aos objectivos, à metodologia de ensino e ao método de avaliação da unidade curricular.***

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

***This is self-explanatory, considering the objectives, the teaching methodology and assessment method of the curricular unit.***

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Presença.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Presence.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***Abordagem típica em disciplinas de seminário de investigação na área de Matemática ao nível de doutoramento.***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***Typical approach to Ph.D. seminar courses in Mathematics.***6.2.1.9. Bibliografia principal:***Depende do seminário.**Depends on the seminar.***Mapa IX - Computação, Informação e Lógica Quânticas****6.2.1.1. Unidade curricular:***Computação, Informação e Lógica Quânticas***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Paulo Alexandre Carreira Mateus (16.8)***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Nikola Paunković (39.2)***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Dominar os conceitos, resultados e técnicas emergentes da computação e informação quânticas, com ênfase no desenvolvimento e análise de correcção e complexidade de algoritmos e protocolos quânticos.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Master the emerging concepts, results and techniques of quantum computation and information, with emphasis on the development and analysis of the correctness and computational complexity of quantum algorithms and protocols.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Revisão dos conceitos e resultados relevantes de álgebra linear e teoria de operadores. Notação de Dirac. Postulados da mecânica quântica.**Lógica exógena quântica proposicional: concepção a partir dos postulados, sintaxe, semântica, sistema dedutivo de Hilbert, decidibilidade e completude fraca. Comparação com as lógicas de Birkhoff e von Neumann. Autómatos e sistemas de transições quânticos. Lógica dinâmica quântica.**Circuitos quânticos e conjuntos completos de portas quânticas. Classes de complexidade computacional quântica. Algoritmo de Deutsch-Jozsa. Transformada de Fourier quântica. Algoritmo de Shor. Pesquisa quântica: algoritmo de Grover, aceleração canónica de algoritmos de pesquisa. Passeios quânticos. Aceleração exponencial.**Entropia de von Neumann, majoração de Holevo. Entrelaçamento e desigualdades de Bell. Comunicação sobre canais quânticos. Correcção quântica de erros. Teorema da impossibilidade da clonagem. Criptografia quântica.***6.2.1.5. Syllabus:***Review of relevant concepts and results in linear algebra and operator theory. Dirac notation. Postulates of quantum mechanics.**Exogenous quantum propositional logic: design from the postulates, syntax, semantics, axiomatic system, decidability*

*and weak completeness. Comparison with Birkhoff and von Neumann quantum logics. Quantum automata and transition systems. Dynamical quantum logic.*

*Quantum circuits and complete sets of quantum gates. Classes of quantum computational complexity. Deutsch-Jozsa algorithm. Quantum Fourier transform. Shor algorithm. Quantum search: Grover algorithm and variations, canonical speedup of search algorithms. Quantum walks. Exponential speedup.*

*Von Neumann entropy and Holevo bound. Entanglement and Bell inequalities. Communication over quantum channels. Quantum error-correction. Cloning theorem. Quantum security.*

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

*As matérias são lecionadas nas aulas. Os alunos resolvem exercícios avançados. Artigos de investigação nucleares são apresentados pelos alunos para os colocar em contexto de investigação.*

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

*The full program is lectured in the classes. The students solve advanced exercises. Central research papers are presented by the students to contextualise the students in research subjects.*

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas, exercícios resolvidos pelos alunos em casa. Apresentações em seminário dos alunos. Avaliação: Exame final.*

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures, proposed exercises solved by the students. Seminars presented by students. Evaluation: Final exam.*

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

*Metodologia tradicional de unidade de doutoramento em universidade (de topo) em todo o mundo.*

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

*Standard teaching methodology in top universities all over the world.*

6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Quantum Mechanics, C. Cohen-Tannoudji, B. Diu e F. Laloë, 1977, John Wiley, (volumes One and Two); Quantum Computing, M. Hirvensalo, 2004, Springer-Verlag, (Second Edition). ; Quantum Computation and Quantum Information, M. A. Nielsen, 2000, Cambridge University Press*

## Mapa IX - Sistemas Dinâmicos Discretos

6.2.1.1. Unidade curricular:

*Sistemas Dinâmicos Discretos*

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

*João Luís Gonçalves Dias Ferreira Alves (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Compreender a complexidade das dinâmicas não lineares e a passagem aos sistemas dinâmicos discretos. Descrever comportamentos caóticos e caracterizá-los em termos de dinâmica topológica e codificação simbólica. Identificar, caracterizar e calcular invariantes topológicos.*

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Understand the complexity of non linear dynamics and the passage to discrete dynamical systems. Describe chaotic*

*behaviours and characterize them in terms of topological dynamics and symbolic code. Identify, characterize and computing topological invariants.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Sistemas dinâmicos discretos e teoria do caos: Aplicações do intervalo no intervalo, aplicações do círculo no círculo e iteradas de aplicações complexas, dinâmica simbólica, Teoria do Kneading, invariantes topológicos e renormalização.*

*Sistemas dinâmicos em grafos e no plano: Aplicações em grafos (árvores), aplicações do plano no plano, partições de Markov, cadeias de Markov topológicas, operador de Frobenius-Perron-Ruelle, cálculo de invariantes topológicos - função zeta e dimensões generalizadas de sistemas caóticos.*

*Complexidade das dinâmicas e sistemas dinâmicos não-comutativos: Grupos discretos infinitos e grupos hiperbólicos, álgebras de operadores associadas a sistemas simbólicos (Álgebras AF, Álgebras Cuntz-Krieger), grupos Bowen-Franks (K-teoria) e grupos de dimensão.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Discrete Dynamical Systems and Chaos Theory:*

*Iterated maps of the interval, circle maps, complex dynamics, symbolic dynamics, kneading theory, topological invariants and renormalization.*

*Dynamical systems: on graphs and low-dimensional maps*

*graphs maps (trees), bi-dimensional dynamics, Markov partitions, topological Markov chains, Frobenius-Perron-Ruelle operator, computing topological invariants - zeta function and generalized dimensions of chaotic attractors.*

*Dynamical complexities and non-commutative dynamical systems: discrete infinite groups and hyperbolic groups, operator algebras associated to symbolic dynamics (AF algebras, Cuntz-Krieger algebras), Bowen-Franks groups (K-theory) and dimension groups*

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

*Estudo de tópicos importantes da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Discretos, seleccionados para permitir um estudo tão aprofundado quanto possível da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Topológicos de Baixa Dimensão.*

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

*Study of important topics on Discrete Dynamical Systems, selected in order to allow for a deep study on Topological Dynamical Systems of Low Dimension.*

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas de pequena assistência, com interacção personalizada. Avaliação por lista de exercícios e um trabalho final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The topics covered in this course are discussed in lectures with a small audience, allowing for personal interaction problem session type. Evaluation combines a list of exercises and a final take home exam.*

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

*Método habitual 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 advanced courses in graduation mathematics.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Dynamics of One-Dimensional Maps, A.N. Sharkovsky, S.F. Kolyada, A.S. Sivak, V.V. Fedorenko, 1997, Kluwer Academic Publishers; Symbolic Dynamics. One-Sided, Two-Sided and Countable State Markov Shifts, B. P. Kitchens, 1997, Springer-Verlag; An Introduction to Symbolic Dynamics and Coding, D. Lind, B. Marcus, 1996, Cambridge University Press; On iterated maps of the interval I and II, Lect. J. Milnor, W. Thurston, 1998, Lect. Notes in Math., 1342, Springer-Verlag; One-Dimensional Dynamics, W. Melo, S. van Strein, 1993, Springer-Verlag; Techniques in Fractal Geometry, K. J. Falconer, 1997, J. Wiley & Sons*

**Mapa IX - Computabilidade e Complexidade da Aprendizagem****6.2.1.1. Unidade curricular:***Computabilidade e Complexidade da Aprendizagem***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:***Nenhuns.**None.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Identificação de linguagens e funções, tais como leis científicas ou teorias científicas descritas através de conjuntos de números ou de funções. Introdução à atitude científica, tendo como foco (a) leis que podem ser aprendidas por cientistas computáveis ou não computáveis, (b) complexidade da descoberta científica, (c) unificação de teorias científicas e (d) inferência científica e validade de inferências indutivas.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Identification of languages and functions, such as scientific laws or scientific theories described either by sets of numbers or by sets of functions. Introduction to scientific discovery addressing: (a) laws that can be learned by computable or non-computable scientists, (b) the complexity of scientific achievement, (c) unification of scientific theories and (d) scientific inference and validity of inductive inference.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Conceito de cientista segundo Gold. Identificação de linguagens e funções. Cientistas computáveis e não computáveis. Cientistas de memória limitada. Identificação por cientistas computáveis. Estratégias de identificação de linguagens e funções. Cientistas popperianos. Classes: Ex, Ex\*, Bc, Bc\*, TxtEx, TxtEx\*, TxtFex and TxtFex\*. Teoremas de Blum e Blum, de Case e Smith, de Adleman, e de Harrington. Identificação de linguagens e funções por equipas de cientistas determinísticos e probabilísticos. Identificação por cientistas que consultam oráculos. Teoremas de Adleman e Blum, de Jockusch, de Fortnow et al. Complexidade da identificação.***6.2.1.5. Syllabus:***Concept of a scientist according to Gold. Identification of languages and functions. Computable and non-computable scientists. Memory-limited scientists. Identification by computable scientists. Strategies for language and function identification. Popperian scientists. Classes: Ex, Ex\*, Bc, Bc\*, TxtEx, TxtEx\*, TxtFex and TxtFex\*. Theorems of Blum and Blum, of Case and Smith, of Adleman, and of Harrington. Team identification of languages and functions by deterministic and probabilistic scientists. Identification by oracle scientists. Theorems of Adleman and Blum, of Jockusch, and of Fortnow et al. Complexity issues in identification.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Identificação de conjuntos e funções, tais como leis científicas ou teorias científicas descritas através de conjuntos de números ou de funções. Introdução à atitude científica, tendo como foco (a) leis que podem ser aprendidas por cientistas computáveis ou não computáveis, (b) complexidade da descoberta científica, (c) unificação de teorias científicas e (d) inferência científica e validade de inferências indutivas.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***Identification of sets and functions, such as scientific laws or scientific theories described either by sets of numbers or by sets of functions. Introduction to scientific discovery addressing: (a) laws that can be learned by computable or non-computable scientists, (b) the complexity of scientific achievement, (c) unification of scientific theories and (d) scientific inference and validity of inductive inference.***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, de novos conteúdos cognitivos (relativamente a outras disciplinas da Matemática), bem como da sua aplicação concreta às várias áreas do saber. Avaliação: Exercícios e leitura, apresentação e discussão de artigo.***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 (with respect to other areas of Mathematics), as well as their concrete application to the sciences (such as Physics and the Philosophy of Science). Assessment: Exercices (as homework) and paper reading, discussion and presentation.*

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

*Oito séries de 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, mais leitura de um artigo de investigação avançada a ser apresentado em seminário. Os exercícios focam os mesmos métodos de prova e resultados similares em contextos diversos dos da exposição teórica. A leitura e discussão de artigos visa o treino da autonomia e capacidade analítica dos alunos.*

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

*Eight problem sets distributed along the term, to be solved as homework and focusing on the concepts and proof techniques of the theoretic training, plus the reading of an advanced research paper and its presentation in a seminar. The exercises address the same proof methods and similar results in suitable different contexts from those of the theoretical exposition. Paper reading and discussion is used to train the autonomy and analytic capabilities of students.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*An Introduction to Learning Theory, Sanjay Jain, Daniel N. Osherson, James S. Royer and Arun Sharma, 1999, The MIT Press, Second Edition, 1999.; Diverse authors. Collection of research papers. , , ,*

**Mapa IX - Lógica Funcional e Teoria da Demonstração**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Lógica Funcional e Teoria da Demonstração*

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

*Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro (56.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Dominar a teoria matemática da lógica funcional, sua semântica operacional e sistemas de tipos, bem como a semântica e sistemas dedutivos das lógicas proposicionais clássica e intuicionista. Compreender a relação fundamental entre os sistemas de tipos para a lógica funcional e a teoria da demonstração clássica e intuicionista, e suas implicações.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Master the mathematical theory of functional logic, its operational semantics and type systems, as well as the semantics and deductive systems of classical and intuitionistic propositional logics. Understand the fundamental relationship between type systems for functional logic and classical and intuitionistic proof theory, and its implications.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Cálculo-lambda, teorias, coerência. Redução, formas normais, confluência, teorema de Church-Rosser. Determinadores de pontos-fixos, recursão, definibilidade e computabilidade, tese de Church-Markov-Turing, teorema de Kleene. Resultados de indecidibilidade, teorema de Rice. Lógica combinatória. Tipos simples, redução e normalização. Decidibilidade da tipificação de termos e da verificação de tipos, teorema de Hindley-Milner. O problema da habitação de tipos. Lógicas proposicionais clássica e intuicionista (LPC and LPI), álgebras de Boole e de Heyting, axiomatizações e tertium non datur, correcção e completude. Semântica de Kripke da LPI, propriedade do modelo finito, decidibilidade. Cálculo de sequentes, eliminação do corte, normalização, decidibilidade. A interpretação de Brouwer-Heyting-Kolmogorov da LPI. Habitação de tipos simples e o fragmento implicativo da LPI. O isomorfismo de Curry-Howard, coerência, normalização, decidibilidade a habitação de tipos. Tipos união e produto.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Lambda-calculus, theories, consistency. Reduction, normal forms, confluence, Church-Rosser's theorem. Fixed-point*

*combinators, recursion, definability and computability, Church-Markov-Turing's thesis, Kleene's theorem. Undecidability results, Rice's theorem. Combinatory logic. Simple types, subject reduction and normalization. Decidability of term typability and type checking, Hindley-Milner's theorem. The type inhabitation problem. Classical and intuitionistic propositional logics (CPL and IPL), Boolean and Heyting algebras, axiomatizations and tertium non datur, soundness and completeness. Kripke semantics for IPL, finite-model property, model-theoretic decidability. Sequent calculi, cut-elimination, proof normalization, proof-theoretic decidability. The Brouwer-Heyting-Kolmogorov interpretation of IPL. Inhabitation of simple types and the implicative fragment of IPL. The Curry-Howard isomorphism, consistency, normalization, decidability of type inhabitation. Product and sum types.*

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

*Estudam-se as técnicas e resultados fundamentais do cálculo-lambda e lógica combinatória, desde a sua semântica operacional até ao isomorfismo de Curry-Howard, fazendo a ponte para os sistemas de tipos implícitos e explícitos, a compreensão do lambda-cubo de Barendregt, e aplicações em lógica computacional (clássica, intuicionista, relevante, e outras).*

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

*The fundamental techniques and results of the lambda-calculus and combinatorial logic are studied, from their operational semantics to the Curry-Howard isomorphism, bridging toward implicit and explicit type systems, the understanding of Barendregt's lambda-cube, and applications in computational logic (classical, intuitionistic, relevant, and others).*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados. Avaliação por exame escrito que foca os resultados principais e o uso dessas técnicas.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for presenting the concepts and establishing the mains results. Evaluation by written exam focusing on the key results and techniques.*

**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 avançadas 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 advanced courses in mathematics.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Lectures on the Curry-Howard Isomorphism, P. Urzyczyn, M. Sorensen, 2005, Elsevier Science; Fundamentos de Programação Funcional, C. Caleiro, 2002, DMIST*

**Mapa IX - Lógica Cleística**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Lógica Cleística*

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

*Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Dominar os modelos simbólicos de concepção e de análise de protocolos de segurança e perspectivar desenvolvimentos futuros.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Master formal methods and tools for designing and analysing security protocols and forecast future developments.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Cenários básicos de formalização: criptografia perfeita, intruso de Dolev-Yao.*

*Lógicas epistémicas, sistemas de agentes, conhecimento partilhado, lógica BAN e lógicas temporais. Aplicações.*

*Teorias de segurança em sistemas lógicos computacionais: teorias indutivas, programação em lógica. Verificação semântica de protocolos: limitações dos modelos finitos, técnicas de abstracção e verificação simbólica.*

*Cenários avançados de formalização: ataques probabilísticos, extensões ao intruso de Dolev-Yao, álgebras de mensagens. Resultados de fidelidade da representação.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Basic formalization scenarios: perfect cryptography, Dolev-Yao intruder.*

*Kleistic logics: epistemic logics, knowledge, belief and awareness, multi-agent systems and common knowledge, BAN logic, evolving knowledge and temporal logics. Application examples in security.*

*Security theories in logic frameworks: inductive theories and inductive theorem proving, logic programming techniques. Model checking of security protocols: limitations of finite state models, abstraction techniques, infinite state and symbolic model checking.*

*Advanced formalization scenarios: probabilistic failure of cryptography, extended Dolev-Yao intruders, equations on the algebra of messages. First formalization attempts and faithfulness results.*

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

*Estudam-se as técnicas subjacentes aos métodos formais mais comuns usados na análise simbólica de sistemas criptográficos e protocolos de segurança, nomeadamente abstracção e verificação de modelos, incluindo lógicas epistémicas e temporais, teorias indutivas do intruso, lógica equacional e probabilística, bem como o seu alcance e as suas limitações face aos modelos computacionais.*

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

*The techniques underlying the most usual formal analysis methods for cryptographic systems and security protocols are studied, namely abstraction and model-checking, including epistemic and temporal logics, inductive intruder theories, equational and probabilistic logics, as well as their scope and limitations with respect to computational models.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração de resultados. Avaliação por trabalhos de pesquisa e seminários.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for presenting the concepts and establishing the mains results. Evaluation by research homeworks and seminars.*

**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 avançadas de matemática aplicada, de largo espectro, e na fronteira da investigação.*

**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 advanced specialized courses in applied mathematics, of broad spectrum, and in the threshold of current knowledge.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Modal Logic, P. Blackburn, M. de Rijke, and Y. Venema, 2001, Cambridge University Press; Reasoning about Knowledge, R. Fagin, J. Y. Halpern, Y. Moses, and M. Y. Vardi, 1995, The MIT Press; On the Security of Public Key Protocols, D. Dolev, and A. Yao, 1983, IEEE Transactions on Information Theory, vol. IT-29(2), pp. 198-208.; A Logic of Authentication,*

*M. Burrows, M. Abadi, and R. Needham, 1990, ACM Transactions on Computer Systems 8(1), pp. 18-36*

## Mapa IX - Topologia Diferencial

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Topologia Diferencial*

### 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:

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Conhecer exemplos e as propriedades básicas das variedades regulares e das aplicações regulares entre elas. Saber calcular o grau de uma aplicação e o número de intersecção de duas variedades. Compreender a utilização da transversalidade na classificação das variedades a menos de cobordismo. Saber derivar informação topológica sobre uma variedade a partir de uma função de Morse.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Know examples and the basic properties of smooth manifolds and maps between them. Know how to compute the degree of a map and the intersection number of two manifolds. Understand the application of transversality to the classification of manifolds up to cobordism. Know how to derive topological information from a Morse function.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Aplicações entre variedades: imersões, submersões e mergulhos. Teoremas de Whitney. Topologias fortes e fracas nos espaços de funções. Teoremas de aproximação. O Teorema de Morse-Sard. Transversalidade.*

*Vizinhanças tubulares: Construções básicas com fibrados vectoriais. Orientações. Existência e unicidade de vizinhanças tubulares e colarinhos.*

*Invariantes: Grau de uma aplicação. Teorema de Hopf sobre classificação de aplicações para esferas. Número de intersecção e característica de Euler. Aplicações.*

*Teoria de Morse: Funções de Morse. Complexos CW e a decomposição celular dada por uma função de Morse. Desigualdades de Morse. Teorema de Poincaré-Hopf.*

*Cobordismo: Definição dos anéis de cobordismo. A construção de Thom-Pontrjagin.*

*Possíveis tópicos adicionais: Classificação de fibrados vectoriais; Teoria de Morse-Bott; Homologia de Morse. Teoremas de extensão de isotopias e aplicações. Introdução à teoria da cirurgia.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*Manifolds and maps: immersions, submersions and embeddings. Whitney Theorems. Weak and strong topologies on spaces of smooth maps. Approximation Theorems. The Morse-Sard theorem. Transversality.*

*Tubular neighborhoods: Basic constructions with vector bundles. Orientations. Existence and uniqueness of tubular neighborhoods and collarings.*

*Invariants: Degree of a map. The Hopf Theorem classifying homotopy classes of maps to a sphere. The intersection number and the Euler characteristic. Applications.*

*Morse theory: Morse functions. CW complexes and the cell decomposition determined by a Morse function. The Morse inequalities. The Poincaré-Hopf Theorem.*

*Cobordism: The cobordism rings. The Pontrjagin-Thom construction.*

*Possible additional topics: Classification of vector bundles. Morse-Bott theory. Morse homology. Isotopy extension theorems and applications. Introduction to surgery theory.*

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

*Conhecer exemplos e as propriedades básicas das variedades regulares e das aplicações regulares entre elas. Saber calcular o grau de uma aplicação e o número de intersecção de duas variedades. Compreender a utilização da transversalidade na classificação das variedades a menos de cobordismo. Saber derivar informação topológica sobre uma variedade a partir de uma função de Morse.*

*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:*

*Know examples and the basic properties of smooth manifolds and maps between them. Know how to compute the degree of a map and the intersection number of two manifolds. Understand the application of transversality to the classification of manifolds up to cobordism. Know how to derive topological information from a Morse function.*

*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 uma Ficha-Exame final.*

**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 a Takehome 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 in basic courses of graduate mathematics.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Differential Topology, M. Hirsch, 1991, Springer; Differential Topology, V. Guillemin and A. Pollack, 1974, Prentice-Hall; Morse Theory, J. Milnor, 1969, Princeton University Press; Topology from the differentiable viewpoint, J. Milnor, 1965, University of Virginia Press; Lectures on the h-cobordism theorem, J. Milnor, 1965, Princeton University Press*

**Mapa IX - Tópicos Avançados em Segurança de Informação I****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tópicos Avançados em Segurança de Informação I*

**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:**

*Possivelmente docentes visitantes.*

*Possibly visiting scholars.*

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

*Contacto com tema especializado de investigação em segurança da informação.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Advanced research topic in information security.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

**Programa variável dependendo do especialista visitante encarregado pelo DM da sua leccionação.**

**6.2.1.5. Syllabus:**

***The syllabus depends of the research topic of the specialist appointed by DM to teach the course.***

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

***Um docente visitante (em sabática, ou post-doc) apresenta durante todo o curso um tópico em detalhe para o qual não há docentes especializados no Departamento.***

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

***A visiting scholar (in sabbatical leave or an advanced post-doc) presents a topic for which there is no expert in the Department faculty.***

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

***Aulas teóricas, exercícios resolvidos pelos alunos em casa. Apresentações em seminário dos alunos. Avaliação: Exame final.***

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

***Lectures, proposed exercises solved by the students. Seminars presented by students. Evaluation: Final exam.***

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

***Metodologia tradicional de unidade de doutoramento em universidade (de topo) em todo o mundo.***

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

***Standard teaching methodology in top universities all over the world.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

***Bibliografia variável dependendo do especialista visitante encarregado pelo DM da sua leccionação.***

***Bibliography to be adjusted to the needs of the specialist in charge of teaching the course.***

**Mapa IX - Equações Diferenciais Parciais de Evolução**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Equações Diferenciais Parciais de Evolução***

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

***Gabriel Esperança Pires (0.0)***

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

***Nenhuns.***

***None.***

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

***Apreender complementos de equações diferenciais parciais de evolução, em particular: métodos de Energia, semigrupos e técnicas não variacionais.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***To learn complementary concepts in evolution partial differential equations, in particular: energy methods, semigroups and non-variational techniques.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***Métodos de Energia para Equações de Evolução Lineares: Equações de segunda ordem parabólicas. Equações de***

*segunda ordem hiperbólicas. Sistemas de primeira ordem hiperbólicos.*

*Semigrupos: Semigrupos fortemente contínuos. Teorema de Hille-Yosida. Teorema de Lumer-Phillips. Teorema de Stone.*

*Subdiferenciais e semigrupos não lineares.*

*Técnicas Não-Variacionais: Métodos de monotonicidade.*

*Métodos de ponto fixo. Subsoluções e supersoluções*

*Não-existência. Propriedades geométricas das soluções.*

*Outros tópicos: equações dispersivas, leis de conservação, teoria do grau.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Energy Methods for Linear Evolution Equations.*

*Parabolic and hyperbolic second order equations.*

*First order hyperbolic systems.*

*Semigroups: Strongly continuous semigroups.*

*Hille-Yosida, Lumer-Phillips and Stone theorems.*

*Subdifferentials and nonlinear semigroups.*

*Non-variational techniques: Monotone methods.*

*Fixed-point methods. Subsolutions and supersolutions.*

*Non-existence. Geometrical properties of the solutions.*

*Other topics such as: dispersive equations, conservations laws, degree theory.*

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

*Os objectivos são:*

*Apreender métodos de equações diferenciais parciais de evolução, em particular, métodos de energia, semigrupos e técnicas não variacionais.*

*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 objectives are:*

*Learn methods of evolution partial differential equations, for instance, energy methods, semigroups and non variational techniques.*

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

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Regime tutorial em que os alunos apresentam uma vez por semana os resultados do estudo das matérias que constituem o programa da unidade curricular. Apresentam também a resolução de exercícios escolhidos da bibliografia acompanhada do esclarecimento de possíveis dúvidas.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Once a week students make a presentation of the correspondent part of the program and of the solution of problems chosen from the bibliography and a discussion of possible questions as well.*

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

*A apresentação semanal da teoria e da resolução de exercícios e a discussão de dúvidas mostra a coerência do método de ensino com os objectivos traçados.*

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

*The weekly presentation and discussion shows the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Partial Differential Equations.*, L.C. Evans, 1998, *Graduate Studies in Mathematics Vol. 19*, American Mathematical Society; *Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations.*, A. Pazy, 1983, *Applied Mathematical Sciences Vol. 44*, Springer-Verlag

## Mapa IX - Álgebras de Operadores

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Álgebras de Operadores*

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

*Maria Amélia Duarte Reis Bastos (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Estabelecer os resultados fundamentais da teoria das álgebras de operadores lineares contínuos em espaços de Hilbert e de Banach.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*To establish the principal results of the theory of algebras bounded linear operators in Hilbert and Banach spaces.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Teoria espectral em álgebras de Banach: Invertibilidade e espectro; Ideais e invertibilidade; Permanência espectral; Teoria de Gelfand para álgebras comutativas; Cálculo funcional holomorfo; Teorema espectral.*

*Álgebras  $C^*$ : Propriedades elementares; Invariância do espectro em subálgebras  $C^*$ ; Teorema de Gelfand-Naimark para álgebras comutativas; Elementos positivos em álgebras  $C^*$ ; Medidas espectrais; Teorema espectral para operadores normais; Construção de álgebras  $C^*$ ; Álgebras limite indutivo; Álgebras  $C^*$  sem unidade.*

*Representações de Álgebras-  $C^*$ : Funcionais lineares positivos; Estados puros; Representações; Construção de Gelfand-Naimark-Segal; Teorema de Gelfand-Naimark; Classes de álgebras  $C^*$  universais.*

*Álgebras de von Neumann. Álgebras de grupo e produtos cruzado. Representações de álgebras de Banach.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*Spectral Theory for Banach algebras:: Invertibility and spectrum; Ideals and invertibility; Spectral permanence; The Gelfand theory for commutative algebras; Holomorphic functional calculus; Spectral theorem.*

*$C^*$  Algebras: Basic properties; Spectral invariance in  $C^*$  subalgebras; The Gelfand-Naimark theorem for commutative algebras; Positive elements in  $C^*$  algebras; Spectral measures; The spectral theorem for normal operators; Constructions of  $C^*$  algebras; Inductive limits; Non-unital  $C^*$  algebras.*

*Representation of  $C^*$  algebras: Positive linear functionals; Pure states; Representations; The Gelfand-Naimark-Segal construction; Gelfand-Naimark theorem; Universal  $C^*$  algebras.*

*Von Neumann algebras. Group algebras and Crossed products. Representations of Banach algebras.*

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

*Os conteúdos programáticos têm por principal objectivo apresentar os resultados centrais da teoria clássica de Álgebras de Operadores e uma pequena introdução a alguns tópicos relacionados com temas de investigação actual.*

*Nos dois primeiros capítulos são apresentados os resultados principais da teoria espectral de álgebras de Banach e da teoria elementar das álgebras  $C^*$ . Nos 3º e 4º capítulos é desenvolvida respectivamente a teoria das representações de álgebras  $C^*$  e uma introdução às álgebras de von Neumann. Os dois últimos capítulos são opcionais, sendo apenas um deles abordado consoante o interesse dos alunos. Nesses capítulos faz-se uma breve introdução a assuntos que se relacionam com os temas de investigação:*

**(i) Produtos cruzados  $C^*$  (ii) Representações de álgebras de Banach não comutativas.**

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

*The syllabus main aims to present the central results of the classical theory of Operator Algebras and a short introduction to some topics relate to current research.*

*In the first two chapters are presented the main results of the spectral theory for Banach algebras and the elementary theory of  $C^*$  algebras. In the 3rd and 4th chapters are developed respectively the representation theory for  $C^*$  algebras and an introduction of von Neumann algebras. The last two chapters are optional, only one will be addressed depending on the interest of students. These chapters are a brief introduction to topics that are related to current research in:*

**(i)  $C^*$  crossed products (ii) Representations for non-commutative Banach algebras.**

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A matéria é ministrada através de aulas teóricas. Essas aulas são essencialmente expositivas demonstrando-se os principais resultados. Apresentam-se contudo exemplos da matéria exposta. A avaliação é efectuada por exame escrito (50%) e um pequeno trabalho sobre um dos temas do curso (50%)*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Contents are taught through theoretical classes. These classes are essentially expository proving the main results. However there will be examples of the theoretical contents. The evaluation is made by a written examination (50%) and a small project on one of the topics of the syllabus (50%).*

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

*As metodologias de ensino e de avaliação têm por objectivo desenvolver, um conhecimento sólido dos temas centrais da teoria clássica de Álgebras de Operadores e capacidade crítica para analisar novos temas.*

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

*The teaching methodologies and evaluation have been designed to develop a solid understanding of the central themes of the classical theory of Operator Algebras and critical capacity to analyse new issues.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Operator Algebras, B. Blackadar, 2006, Enc.Math.Sc., Vol. 122; Introdução às álgebras de operadores, M.A.Bastos, P.A.Santos, C.Fernandes, 2011, Lecture Notes; A Course in Operator Theory, J.B. Conway, 2000, Amer.Math.Soc.,;  $C^*$ Algebras and Operator Theory, C. Murphy, 1990, Academic Press; Introduction to Operator Algebras, K. Zhu, 1993, St.Adv.Math*

**Mapa IX - Lógica Modal**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Lógica Modal*

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

*João Filipe Quintas dos Santos Rasga (0.0)*

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Desenvolver a teoria algébrica da lógica modal.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Develop the algebraic theory of modal logics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Preliminares: álgebra, lógica e dedução. Fundamentos: linguagens modais proposicionais; semântica algébrica; semântica de Kripke; decidibilidade e propriedade do modelo finito; construção de Lindenbaum-Tarski; completude local e global; reticulados de lógicas modais (quase) normais; teoremas de interpolação e de Beth. Álgebra universal e dualidade: variedades; representação de Stone; caracterização algébrica da interpolação. Lógicas polimodais: fusão; fibrilação; resultados de preservação. Lógicas modais quantificadas: semântica de topos; completude local e global.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Preliminaries: algebra, logic and deduction. Fundamentals: propositional modal languages; algebraic semantics; Kripke semantics; decidability and finite model property; Lindenbaum-Tarski construction; local and global completeness; lattices of (quasi) normal modal logics; interpolation and Beth theorems. Universal algebra and duality: varieties; Stone representation; algebraic characterization of interpolation. Polymodal logics: fusion; fibring; preservation results. Quantified modal logics: topos semantics; local and global completeness.*

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

*Após consolidação dos conceitos e resultados relevantes de álgebra, lógica e dedução, são apresentados os conceitos e resultados centrais de lógica modal com ênfase na perspectiva algébrica, incluindo construção de Lindenbaum-Tarski; reticulados de lógicas modais (quase) normais; álgebra universal e dualidade: variedades; representação de Stone; e caracterização algébrica da interpolação. Assim o programa adoptado oferece aos alunos uma visão abrangente e profunda sobre vários aspetos algébricos da lógica modal, possibilitando e fomentando o desenvolvimento da sua teoria algébrica.*

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

*After consolidating the relevant concepts and results of algebra, logic and deduction, the concepts and key results of the theory of modal logic with an emphasis in the algebraic perspective are presented, including Lindenbaum-Tarski construction; lattices of (quasi) normal modal logics; universal algebra and duality: varieties; Stone representation; and algebraic characterization of interpolation. So, the syllabus provides the student with a deep knowledge on several algebraic topics of modal logic, enabling the student to the development of the algebraic theory of modal logics.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas de apresentação dos conceitos e demonstração dos resultados principais. Fichas para exercitar as técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Apresentação pelo aluno de problema de investigação.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for presenting the concepts and proving the mains results. Work assignments for exercising the techniques introduced in the lectures. Presentation by the student of a research problem.*

**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 doutorais 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 doctoral courses in Mathematics.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Tools and Techniques in Modal Logic, M. Kracht, 1999, Elsevier*

**Mapa IX - Geometria Algébrica****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Geometria Algébrica*

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

*Maria Nunes da Silva Rendeiro Marques Mendes Lopes (0.0)*

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

**Nenhuns.**

**None.**

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Familiarizar o estudante com os aspectos básicos da Geometria Algébrica e os seus aspectos técnicos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*Familiarize the student with the basics of Algebraic Geometry and its techniques.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**  
*Varietades algébricas: topologia de Zariski; conjuntos de Zariski e ideais; variedades afins; definição de variedades algébricas; variedades projectivas e quase-projectivas.*

*Funções em variedades algébricas: funções regulares e racionais; aplicações regulares e racionais; produtos de variedades algébricas; "blow-up".*

*Dimensão: caracterizações de dimensão de variedades algébricas. Espaço tangente e cone tangente; pontos singulares.*

*Feixes: Noção de feixe. O feixe estrutural e o feixe das formas diferenciais em variedades não-singulares. Feixes invertíveis e divisores.*

*Aplicações a escolher entre os seguintes tópicos: teorema de Riemann-Roch; mergulhos no espaço projectivo; sistemas lineares de curvas planas; números de intersecção; aspectos computacionais.*

**6.2.1.5. Syllabus:**  
*Algebraic Varieties: the Zariski topology ; Zariski sets and ideals; affine varieties; definition of algebraic varieties; projective and quasi-projective varieties.*

*Maps: regular and rational functions; regular and rational maps; products of algebraic varieties; blow-up.*

*Dimension: various characterizations of the dimension of algebraic varieties. Tangent space and tangent cone; singularities.*

*Sheaves: definition of sheaf. The structure sheaf and the sheaf of differential forms on non singular varieties. Invertible sheaves and divisors.*

*Applications to be chosen among the following topics: Riemann-Roch theorem; embeddings in projective space; linear systems of plane curves; intersection numbers; computational aspects.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*O objectivo da disciplina é introduzir os conceitos e técnicas básicas de Geometria Algébrica.*

*Os conteúdos programáticos incluem precisamente os pontos necessários para se atingirem este objectivo.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
*The main goal of the course is introducing the basic concepts and techniques of Algebraic Geometry.*

*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. São estudados exemplos em detalhe e discutida a resolução de problemas apresentados anteriormente durante as aulas. Avaliação: Exame final.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*Classes in a classroom. In class, the theoretical results are presented and proved. Examples are worked out in detail and problems suggested previously in class are discussed. Evaluation: Final 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 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:**

**Algebraic Geometry, R. Hartshorne, 1977, Graduate Texts in Mathematics (GTM) 52, Springer-Verlag; Undergraduate Algebraic Geometry, M. Reid, 1989, London Mathematical Society Student Texts, 12; Basic Algebraic Geometry 1: Varieties in Projective Space, I. R. Shafarevich, 1994, Springer-Verlag; An invitation to algebraic geometry, K. E. Smith, L. Kahanpää, P. Kekäläikka, W. Traves, 2000, Universitext, Springer-Verlag**

**Mapa IX - Métodos Matemáticos e Numéricos em Mecânica dos Fluidos**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

**Métodos Matemáticos e Numéricos em Mecânica dos Fluidos**

**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:**

**Nenhuns.**

**None.**

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

**Apresentar os principais conceitos e resultados da Teoria Matemática das Equações de Stokes, Navier-Stokes, e introduzir Modelos de Fluidos Não-Newtonianos.**

**Apresentar técnicas de aproximação numérica para as equações de Stokes e Navier-Stokes.**

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**To present the main concepts and results of the Mathematical Theory for Stokes and Navier-Stokes equations and to introduce Non-Newtonian fluid models.**

**To present numerical approximation techniques to solve Stokes and Navier-Stokes equations.**

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

**Introdução à Mecânica dos Fluidos:**

**Princípios fundamentais da Mecânica. Equações constitutivas para fluidos Newtonianos e não-Newtonianos incompressíveis.**

**Características reológicas de fluidos Newtonianos e não-Newtonianos. Modelos Newtonianos generalizados e modelos viscoelásticos.**

**Equações de Navier-Stokes; linearização de Stokes e de Oseen. Equações de Euler e de advecção-difusão.**

**Problema de Stokes - Formulação e Análise Matemática**

**Formulação variacional. Resultados de existência, unicidade e regularidade de soluções fracas. Análise do problema num domínio exterior: solução fundamental e representação integral. Problema de Oseen.**

**Problema de Stokes: Aproximação Numérica. Introdução à Teoria Matemática das Equações de Navier-Stokes.**

**Aproximação Numérica das Equações de Navier-Stokes. Modelos de Fluidos Não-Newtonianos.**

**6.2.1.5. Syllabus:**

**Introduction to Fluid Mechanics:**

**Fundamental principles of Mechanics. Constitutive equations for Newtonian and non-Newtonian fluids. Stokes and Oseen linearizations. Euler and convection-diffusion equations.**

**Rheologic characteristics of Newtonian and non-Newtonian fluids. Generalized Newtonian and viscoelastic models.**

**Stokes Problem - Formulation and Mathematical Analysis**

**Variational formulation. Existence, uniqueness and regularity of weak solutions. Flow in an exterior domain - fundamental solution and integral representation. Oseen problem.**

**Stokes Problem: Numerical Approximation. Introduction to the Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations. Non-Newtonian Fluid Models.**

**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 básicos sobre a teoria matemática e aproximação numérica das equações de Navier-Stokes e suas versões linearizadas, e fazer uma introdução aos modelos de fluidos não-Newtonianos. São demonstrados resultados de existência, unicidade e regularidade de soluções. No que diz respeito à análise numérica, são demonstrados os principais resultados de convergência e estabilidade para discretização espacial pelo método dos elementos finitos e discretização temporal por métodos de diferenças finitas.*

**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 basic knowledge on the mathematical and numerical analysis of the Navier-Stokes equations and its linearized versions, and to introduce models of non-Newtonian fluids. Results on existence, uniqueness and regularity of solutions are proved. As regards the numerical analysis, the main results on convergence and stability for spatial discretizations with the finite element method and time discretizations with finite differences are proved.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas de exposição da matéria, onde são apresentados e demonstrados os resultados teóricos e os métodos numéricos. Aulas de problemas para ilustrar e exercitar os resultados e técnicas introduzidas nas aulas teóricas. Trabalho computacional, que visa a implementação dos métodos numéricos estudados e a sua aplicação a problemas modelados pelas equações de Navier-Stokes. Avaliação individual através de exame final (ou, em alternativa, através de testes).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Exposition of the main theoretical results and numerical methods. 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 modeled by the Navier-Stokes equations. 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 as vertentes teórica e numérica do curso e a aplicação dos métodos estudados a problemas modelados pelas equações de Navier-Stokes.*

**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 and numerical parts of the course and the application of the numerical methods to problems modeled by the Navier-Stokes equations.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Navier-Stokes Equations: Theory and Numerical Analysis, R. Temam, 1984, North-Holland; Finite element methods for Navier-Stokes equations. Theory and algorithms, V. Girault and P.A. Raviart, 1986, Springer; Mathematical Methods in Fluid Dynamics, M. Feistauer, 1993, Longman Sc. Tech.*

**Mapa IX - Problemas Inversos em Equações Diferenciais e Imagiologia Médica**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Problemas Inversos em Equações Diferenciais e Imagiologia Médica*

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

**Carlos José Santos Alves (0.0)**

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

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Adquirir conceitos e técnicas matemáticas para o tratamento de problemas inversos, em equações diferenciais da física-matemática e em aplicações na engenharia - em particular biomédica.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To learn concepts and mathematical techniques for inverse problems arising in engineering with emphasis in biomedicine.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Problemas Inversos em Equações Diferenciais - Aplicações.  
Distribuições e Filtros. Métodos de Optimização.  
Problemas mal postos. Esquemas de Regularização.  
Tomografia de Raio-X. Transformação de Radon.  
Problemas inversos em Teoria do Potencial.  
Problemas inversos em Difracção de Ondas.  
Transformação Dirichlet-Neumann. Funcional de reciprocidade de Caldéron.  
Operador Amplitude Limite. Aproximação de Born.  
Derivação de Fréchet em Domínios e método de Newton-Kantorovich.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Inverse Problems in Differential Equations and its applications.  
Distributions and Filters. Optimization Methods.  
Ill posed problems. Regularization schemes.  
X-Ray and Radon Transform.  
Inverse problems in Potential and Scattering Theory.  
Dirichlet-Neumann Functional. Reciprocity (Caldéron) functional.  
Far field Operator. Born approximation.  
Domain Fréchet derivative and Newton-Kantorovich method.*

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

*O programa engloba noções matemáticas e métodos numéricos desenvolvidos e consolidados nas últimas décadas, para uma introdução à área de problemas inversos em equações diferenciais parciais, versando ainda diversas aplicações na engenharia e medicina, e nomeadamente, a imagiologia.*

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

*The syllabus include mathematical notions and numerical methods that have a consolidate use in inverse problems for PDEs. It is also focused in imaging and other applications, namely on engineering and medicine.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A disciplina funciona em regime tutorial, com algumas aulas teóricas, onde são apresentadas as noções e demonstrados os principais resultados. Há um conjunto de exercícios e trabalhos com que os alunos podem complementar a formação.  
Nos trabalhos computacionais há uma aplicação directa dos conhecimentos a problemas de aplicação na engenharia e medicina.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Tutorial guidance has been adopted, with some theoretical lectures presenting the notions and where the main results are proved. A set of exercises and homeworks is available to the students. In the theoretical and computational homeworks, the acquired knowledge is applied to some problems in imaging, in engineering or medicine.*

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

*A metodologia de ensino segue o modelo universitário clássico para cursos de doutoramento, onde se espera uma maior componente de trabalho individual pelos alunos. Foca duas componentes, uma teórica e outra computacional, que são alvo de avaliação contínua, com trabalhos teóricos e computacionais individuais.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodology follows the classical teaching model followed in the main universities. A surplus of autonomous work is expected from a PhD student. Here both theoretical and computational aspects of the course are focused in a continuous evaluation with individual homeworks.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**  
*Inverse Problems for Partial Differential equations, V. Isakov, 1998, Springer-Verlag; Inverse acoustic and electromagnetic scattering theory, D. Colton, R. Kress, 1998, Springer-Verlag, 2nd ed.; Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation, Albert Tarantola, 2004, SIAM*

## Mapa IX - Cálculo de Variações e Equações Diferenciais Parciais

**6.2.1.1. Unidade curricular:**  
*Cálculo de Variações e Equações Diferenciais Parciais*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*José Carlos Pedro Cardoso Matias (0.0)*

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

*None.*

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Estudar as técnicas fundamentais do Cálculo de Variações. Estudar a teoria de regularidade de equações elípticas em casos simples mas de modo a que sejam claras as técnicas utilizadas. Fazer uma introdução a problemas de controlo óptimo, e assim estudar soluções de viscosidade da equação de Hamilton-Jacobi. Apresentar alguns problemas lineares relacionados com equações diferenciais parciais, como o problema de Mather e o problema de Monge-Kantorowich, e dar a conhecer alguns problemas de investigação actuais na área.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*To study the main techniques in the Calculus of Variations. To study the regularity theory of elliptic equations in simple cases, but conveying the type of techniques usually used. To give an introduction to problems of optimal control, thus studying viscosity solutions of the Hamilton-Jacobi equation. To present some linear problems related to Partial Differential Equations, like the Mather problem and the Monge-Kantorowich problem, giving the opportunity that students know about some present research topics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**  
*Cálculo de variações e problemas elípticos: Método directo do cálculo de variações; Equações de Euler-Lagrange; Métodos de energia; Continuidade Hölder para equações elípticas escalares em forma de divergência (deGiorgi - Moser); Estimativas de Schauder.*

*Controlo óptimo e soluções de viscosidade: Problemas de controlo óptimo; Soluções de viscosidade; Unicidade de solução de viscosidade; Problemas estacionários*

*Outros tópicos tais como: transporte óptimo, homogenização, convergência G, superfícies mínimas, entre outros.*

**6.2.1.5. Syllabus:**  
*Calculus of variations and elliptic problems: Direct method of calculus of variations; Euler-Lagrange equation; Energy-methods. Hölder continuity for divergence form scalar elliptic equations. (deGiorgi - Moser); Schauder estimates.*

*Optimal control and viscosity solutions: Optimal control problems; Viscosity solutions; Uniqueness of viscosity solution; Stationary problems.*

*Other topics such as: optimal transport, homogenization, G convergence, minimal surfaces.*

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

*Os objectivos da disciplina são:*

*Fundamentos do método directo do Cálculo de Variações e aplicações. Identificação de condições necessárias e suficientes para existência de minimizantes em espaços  $L^p$  e espaços de Sobolev. Técnicas de relaxação e Gamma-convergência. Aplicações.*

*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 objectives of this course are:*

*The direct method in the Calculus of Variations. Analysis of necessary and sufficient conditions for sequential lower semicontinuity of functionals in  $L^p$  and Sobolev spaces. Relaxation and Gamma-convergence techniques. Application examples.*

*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 uma Ficha-Exame final.*

**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 a Takehome 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 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:**

*Notas de Cálculo de Variações, D. Gomes, IST;*

*Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, M. Giaquinta;*

*Partial Differential Equations, L. C. Evans ;*

*Controlled Markov Processes and Viscosity Solutions, W. Flemming and M. Sonner*

**Mapa IX - Tópicos Avançados de Análise Multivariada****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tópicos Avançados de 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:**

*Nenhuns.*

*None.*

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

*Obter formação em modelos avançados de Estatística Multivariada e adquirir competências para efectuar de modo independente e inovador análises estatísticas de dados multivariados.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To become knowledgeable in advanced multivariate statistical theory and be able to carry out in an independent and*

*innovative way statistical analysis of multivariate data.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Decomposição em valores e vectores singulares e sua aplicação em métodos estatísticos multivariados.**
- 2. Representação gráfica de matrizes com informação multivariada.**
- 3. Análise de regressão multivariada.**
- 4. Análise de variância multivariada.**
- 5. Análise de correlações canónicas e sua relação com outros métodos multivariados.**
- 6. Análise de redundância.**
- 7. Análise de correspondências.**
- 8. Análise de componentes independentes.**
- 9. Modelos de variáveis latentes.**
- 10. Relações estruturais lineares.**

**6.2.1.5. Syllabus:**

- 1. Singular value decomposition and its applications to multivariate statistical methods.**
- 2. Graphical representation of data matrices.**
- 3. Multivariate regression analysis.**
- 4. Multivariate analysis of variance.**
- 5. Canonical correlation analysis and its relation to other multivariate methods.**
- 6. Redundancy analysis.**
- 7. Correspondence analysis.**
- 8. Independent component analysis.**
- 9. Latent variable models.**
- 10. Linear structural relationships.**

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

*Os conteúdos programáticos cobrem métodos chave em Análise Multivariada; a forma rigorosa e crítica como 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 methods in Multivariate Analysis; the rigorous and critical 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 os diversos métodos multivariados são apresentados, dando-se relevo às propriedades teóricas, vantagens e limitações de cada metodologia. Problemas computacionais feitos em casa e discutidos na aula para ilustrarem resultados adicionais e aspectos práticos na aplicação dos resultados teóricos a dados reais.*

*A avaliação de conhecimentos na UC compreende:*

*um exame;*

*preparação de um relatório sobre tema relacionado com o programa da disciplina ou o plano de doutoramento da/o aluno;*

*seminário baseado no relatório (15/20 min. + 10 min. discussão).*

*A nota final corresponde à média ponderada das notas de:*

*dois testes (50%);*

*relatório (40%);*

*seminário (10%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures, where the different multivariate methods 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. Computational problems solved by the students at home and discussed in the classroom to illustrate additional results and practical implications of the theoretical results.*

**The assessment method comprises:**

**an exam;**

**the preparation of a report on a theme within the scope of the course program or the student's Ph.D. program;**

**a seminar based on the report (15/20 min. + 10 min. discussion).**

**The final mark is the weighted average of the:**

**exam (50%);**

**report (40%);**

**seminar (10%).**

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

**Abordagem típica em disciplinas da área de Probabilidades e Estatística ao nível de doutoramento.**

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

**Typical approach to Ph.D. courses on Probability and Statistics.**

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

**Latent Variable Models and Factor Analysis, D. J. Bartholomew, 1987, Charles Griffin, London.**

**Theory and Applications of Correspondence Analysis, M. J. Greenacre, 1983, Academic Press, London.**

**Applied Multivariate Data Analysis, vol II: Categorical and Multivariate Methods, J. D. Jobson, 1992, Springer-Verlag, New York.**

**Applied Multivariate Statistical Analysis, R. A. Johnson and D. W. Wichern, 2007, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.**

**Multivariate Observations, G. A. F. Seber, 1984, John Wiley, New York**

**Mapa IX - Tópicos Avançados de Inferência Estatística**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

**Tópicos Avançados de Inferência Estatística**

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

**Paulo José de Jesus Soares (0.0)**

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

**Nenhuns.**

**None.**

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

**Desenvolver alguns tópicos avançados de Teoria Estatística tirando partido dos conhecimentos adquiridos em disciplinas anteriores de Probabilidade e Análise Real.**

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**To present and discuss some advanced topics of Statistical Theory by taking advantage of the knowledge acquired in previous courses on Probability and Real Analysis.**

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Fundamentos de Inferência Estatística: Modelo estatístico clássico. Formulação de problemas inferenciais.**

**Suficiência fisheriana. Critério de factorização. Suficiência mínima e completude. Construção do modelo bayesiano. Fórmula de Bayes para o caso dominado. Características da operação bayesiana. Concretização para estimação, testes.**

**2. Teoria da Decisão Estatística: noções básicas. Teoria da Utilidade. Funções de decisão mistas e aleatórias. Regras de Bayes e minimax e sua relação. Admissibilidade.**

**3. Inferência assintótica: Aproximações de distribuições a posteriori em grandes amostras. Método de Laplace. Consistência de estimadores. Método Delta. Propriedades assintóticas de estimadores dos momentos, máxima verosimilhança, Bayes e UMVU. Comportamento assintótico das estatísticas da razão das verosimilhanças, Wald, score de Rao e de Pearson para ajustamento de modelos e dados categorizados. Regiões de confiança assintóticas pivotais e por inversão de regiões de aceitação.**

#### 6.2.1.5. Syllabus:

**1. Fundamentals of Statistical Inference: Classical statistical model. Formulation of inference problems. Fisherian sufficiency. HSB criterion. Minimal sufficiency and completeness. Bayes formula for the dominated case. Bayesian operation features. Bayesian sufficiency. Bayesian inferences.**

**2. Statistical Decision Theory: Basic notions. Utility theory. Mixed and randomised decision functions. Bayes and minimax rules. Complete and essentially complete classes. Role of sufficiency. Admissibility of Bayes decision functions. Relationship between minimax and Bayes decision functions.**

**3. Asymptotic Inference: Large sample approximation to posterior distributions. Laplace method. Consistency of estimators. Delta method. Asymptotic properties for method-of-moments, ML, Bayes and UMVU estimators. Asymptotic behaviour of LR, Wald, score and Chi-squared tests for goodness-of-fit and for categorical data. Asymptotic confidence regions by pivotal method and inversion of acceptance regions.**

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

**Os conteúdos programáticos cobrem conceitos e métodos chave em Inferência Estatística; a forma rigorosa e crítica como 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 methods in Statistical Inference; the rigorous and critical 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):

**A avaliação de conhecimentos na UC é constituída por:**

**dois testes, incidindo sobre partes distintas da matéria, com a duração de 1 hora e 30 minutos. O 1º Teste realiza-se durante o período lectivo e o 2º Teste realiza-se durante a Época Normal de Avaliação. Para obter aprovação na UC, um aluno necessita de obter notas não inferiores a 7.0 valores em cada um dos testes;**

**elaboração de um relatório sobre um tema relacionado com o programa da disciplina ou o plano de doutoramento do aluno;**

**seminário baseado no relatório.**

**A nota final corresponde à média ponderada das notas de:**

**dois testes (60%);**

**relatório (30%);**

**seminário (10%).**

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**The assessment method comprises:**

**two tests, 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 and 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 preparation of a report on a theme within the scope of the course program or the student's Ph.D. program;**

**a seminar based on the report.**

*The final mark is the weighted average of the:*

*exam (60%);*

*report (30%);*

*seminar (10%).*

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

*Abordagem típica em disciplinas da área de Probabilidades e Estatística ao nível de doutoramento.*

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

*Typical approach to Ph.D. courses on Probability and Statistics.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Mathematical Statistics, 2nd edition, J. Shao, 2003, Springer.*

*Estatística: Inferência e Decisão, B. Murteira, 1998, Imprensa Nacional - Casa da Moeda.*

*Large Sample Methods in Statistics, P. K. Sen and J. Singer, 1993, Chapman and Hall.*

### **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 objectivos da aprendizagem da unidade curricular.*

**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.*

**6.3.2. Verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.**

*No âmbito do QUC está previsto a recolha e tratamento de dados para esta aferição, contudo, por ora este sistema apenas está disponível para formações de 1º e 2º ciclo, mas em breve prevê-se o seu alargamento a este nível de formação.*

**6.3.2. Verification that the required students average work load corresponds the estimated in ECTS.**

*As part of the QUC system, the collection and processing of data are foreseen, but this system is only available for the 1st 1nd 2nd cycles but it will soon be extended to this cycle.*

**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 (vários 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.

*Os alunos participam em projectos de investigação em curso nos centros de investigação do Departamento de Matemática.*

*Os alunos são encorajados:*

*a) a participarem em conferências, workshops e seminários através da apresentação de uma comunicação;*

*b) à elaboração de artigos científicos enquadrados no tema de investigação em curso, para submissão em revistas reconhecidas internacionalmente.*

#### 6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

*Students participate in ongoing research projects in the research centers of the Department of Mathematics.*

*Students are encouraged:*

*a) to participate in conferences, workshops and seminars through the presentation of a communication;*

*b) to prepare scientific articles about their research topics for submission to internationally reputed scientific journals.*

## 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	6	6	100
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

#### Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

#### 7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respectivas unidades curriculares.

*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 monitor the academic achievement of the different 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 annual 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	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	0

## 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*

*Instituto de Telecomunicações (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*

*Institute for Telecommunications (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.**

**369**

**7.2.3. Outras publicações relevantes.**

***Número de artigos de conferências nos últimos 5 anos (2009-2013): 61***

***Número de livros publicados nos últimos 5 anos (2009-2013): 7***

**7.2.3. Other relevant publications.**

***Number of proceedings articles in the last five years (2009-2013): 61***

***Number of published books in the last five years (2009-2013): 7***

**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 20122, 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. *Vários docentes afectos ao Programa Doutoral em Matemática prestam serviço na SPM (Sociedade Portuguesa de Matemática).***

*Os alunos de doutoramento participam regularmente em acções de formação avançada, sob a forma de:*

*palestras em seminários de investigação regulares onde expõem os tópicos em que trabalham;*

*palestras em seminários informais (lunch seminars) sobre variadíssimos tópicos em Matemática;*

*apresentações (orais ou em forma de posters) em encontros e conferências nacionais ou internacionais.*

*Os alunos podem trabalhar como monitores, apoiando o funcionamento das aulas práticas das unidades curriculares afectas à licenciatura em Matemática. A prestação deste serviço constitui uma mais-valia para a comunidade.*

**7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.**

*Several of the professors involved in the Doctoral Program in Mathematics are also involved in the activities of the Portuguese Mathematical Society.*

*The PhD students participate in advanced training events on a regular basis. These take the form of:*

*presentations in regular research seminars where they explain the research topics they are pursuing;*

*presentations in informal lunch seminars that are open to everybody and cover a variety of topics in Mathematics;*

*presentations (either oral or in form of a poster) at national or international meetings and conferences.*

*Students may work as teaching assistants for problem sessions, thus ensuring that the bachelor courses in Mathematics run smoothly. This clearly constitutes a valuable service to the community.*

**7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva e artística.**

*O Programa visa formar especialistas capazes de desenvolver investigação autónoma na área de Matemática, o que requer desenvolvimento do raciocínio e rigor científico da parte do aluno, como também espírito inquisitivo e clareza de raciocínio.*

*Como tal, o Programa contribui para a progresso da sociedade do conhecimento e da cultura científica.*

**7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.**

*The program aims to train specialists capable of pursuing independent research in the area of mathematics. This requires the student to sharpen his/her ability to reason and to pursue scientific rigor. It also requires an inquisitive spirit and clear thinking. Hence, the program does contribute to the advancement of knowledge and scientific culture.*

**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	72
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	0
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	11.9

## **8. Análise SWOT do ciclo de estudos**

### **8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos**

#### **8.1.1. Pontos fortes**

***Preparação de doutorados em Matematica com elevada formação científica, tanto para a docência, como para a investigação científica e empresarial.***

***Participação em parcerias internacionais com universidades de grande prestígio conducentes a graus duais.***

#### **8.1.1. Strengths**

***Training of highly skilled PhD students both for teaching and for scientific and entrepreneurial research.***

***Participation in international partnerships with prestigious universities leading to dual degrees.***

#### **8.1.2. Pontos fracos**

***Redução do número de alunos nos últimos anos, motivado pela falta de bolsas de doutoramento.***

#### **8.1.2. Weaknesses**

***Decreasing number of applications in recent years, due to lack of scholarships.***

#### **8.1.3. Oportunidades**

***Internacionalização e atracção de estudantes de países estrangeiros, nomeadamente de países de língua oficial portuguesa.***

***Co-orientação de alunos, em particular com docentes de universidades estrangeiras de prestígio, como já acontece nas parcerias internacionais.***

***Maior envolvimento de investigadores pós-doutorais na co-orientação de alunos de doutoramento.***

#### **8.1.3. Opportunities**

***Internationalization and attraction of students from abroad.***

***Co-supervision of students, particularly with professors of prestigious foreign universities, as already is the case with the existing international partnerships.***

***Greater involvement of post-doctoral researchers in the co-supervision of PhD students.***

#### 8.1.4. Constrangimentos

*Redução do número das bolsas de doutoramento.*

*Redução do financiamento para investigação, com consequências negativas para a actividade de investigação.*

#### 8.1.4. Threats

*Decrease in the number of available PhD scholarships.*

*Reduction in research funding, with negative effects for research activities.*

## 8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

---

#### 8.2.1. Pontos fortes

*Coordenação científica a cargo de vários professores catedráticos.*

*Acompanhamento personalizado do aluno pelo orientador.*

*Natureza flexível do programa.*

#### 8.2.1. Strengths

*Scientific coordination of the doctoral program by a committee consisting of several full professors.*

*Personalized monitoring of the student by the advisor.*

*Flexible nature of the program.*

#### 8.2.2. Pontos fracos

*Dificuldades na implementação de algumas unidades curriculares devido ao reduzido número de alunos, o que se traduz numa menor eficiência do uso dos recursos docentes.*

#### 8.2.2. Weaknesses

*Difficulties in implementing some courses due to the small number of students which results in a lower efficiency of the use of teaching resources.*

#### 8.2.3. Oportunidades

*Desenvolvimento das actuais parcerias internacionais e criação de novas parcerias com universidades nacionais e estrangeiras.*

*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.”. 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.*

#### 8.2.3. Opportunities

*Development of existing international partnerships and creation of new partnerships with national and foreign universities.*

*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.”. 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 under way.*

#### 8.2.4. Constrangimentos

*Não são identificados constrangimentos internos ao programa.*

#### 8.2.4. Threats

*No internal constraints of the program were identified.*

### 8.3. Recursos materiais e parcerias

---

#### 8.3.1. Pontos fortes

*O Programa Doutoral em Matemática oferece aos seus estudantes a oportunidade de obterem um grau dual em universidades estrangeiras de prestígio: a EPFL e a Carnegie Mellon University.*

#### 8.3.1. Strengths

*The Doctoral Program in Mathematics offers its students the opportunity to obtain a dual degree from prestigious foreign universities: EPFL and Carnegie Mellon University.*

#### 8.3.2. Pontos fracos

*Não existência de bolsas de doutoramento associados com o programa (com a excepção das do programa CMU|Portugal).*

#### 8.3.2. Weaknesses

*Non-existence of PhD grants associated with the program (with the exception of the CMU|Portugal partnership).*

#### 8.3.3. Oportunidades

*Estabelecimento de novas parcerias.*

#### 8.3.3. Opportunities

*Establishment of new partnerships.*

#### 8.3.4. Constrangimentos

*Redução do financiamento verificado nos últimos anos.*

*Dificuldades na manutenção, reparação e aquisição de equipamentos, na renovação de espaços e na aquisição de consumíveis.*

#### 8.3.4. Threats

*University budget and funding cuts verified in recent years.*

*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.*

### 8.4 Pessoal docente e não docente

---

#### 8.4.1. Pontos fortes

*Uma equipa grande de professores cobrindo todas as áreas de Matemática, da qual fazem parte especialistas de reconhecido prestígio nacional e internacional.*

*Facilidade nos contactos entre docentes e alunos.*

*Apoio administrativo personalizado (a alunos e docentes).*

#### 8.4.1. Strengths

*A large team of professors covering all areas of Mathematics, or national and international recognition.*

*Easy contact between teachers and students.*

*Personalized administrative support (of students and teachers).*

#### 8.4.2. Pontos fracos

*Reduzida creditação de horas de leccionação no programa de doutoramento.*

#### 8.4.2. Weaknesses

*Reduced crediting of teaching hours in the doctoral program.*

#### 8.4.3. Oportunidades

*Envolvimento de investigadores e pós-docs afectos a projectos de investigação em tarefas de docência.*

*Envolvimento de docentes de outras instituições nacionais e internacionais que permitam reforçar a estratégia de desenvolvimento do curso.*

#### 8.4.3. Opportunities

*Involvement of researchers and post-doctoral students in teaching tasks.*

*Involvement of teachers from other national and international institutions to reinforce the strategy of developing the course.*

#### 8.4.4. Constrangimentos

*Dificuldades crescentes nas contratações para renovação do corpo docente.*

*Dificuldade de remuneração de alunos de doutoramento em actividades complementares à investigação.*

#### 8.4.4. Threats

*Increasing difficulty to hire new teaching staff.*

*Increasing difficulty to employ PhD students as teaching assistants.*

### 8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

---

#### 8.5.1. Pontos fortes

*Capacidade de atracção de estudantes estrangeiros.*

*Ambiente de investigação de grande qualidade, com boa colaboração entre grupos de investigação.*

#### 8.5.1. Strengths

*Ability to attract foreign students.*

*Good research environment, good cooperation between research groups.*

#### 8.5.2. Pontos fracos

*Número de candidatos a decrescer, devido à falta de financiamento.*

#### 8.5.2. Weaknesses

*Number of applicants decreasing, due to lack of research funding.*

#### 8.5.3. Oportunidades

*Os estudantes têm oportunidade de interagir, de participar em seminários informais e de discutir tópicos de investigação de ponta.*

*Os estudantes têm também oportunidade de partilhar e disseminar os resultados da sua investigação, quer participando em conferências internacionais de prestígio, quer publicando em revistas internacionais de referência.*

#### 8.5.3. Opportunities

*Students have the opportunity to interact, to participate in informal seminars and to discuss topics of frontier research.*

*Students also have the opportunity to share and disseminate the results of their research by participating in prestigious international conferences or publishing in internationally reputed scientific journals.*

#### **8.5.4. Constrangimentos**

*Redução do número de bolsas de doutoramento. Redução do número de monitores devido à falta de financiamento.*

#### **8.5.4. Threats**

*Reduction in the number of PhD scholarships. Reduction in the number of teaching assistants due to lack of funding.*

### **8.6. Processos**

---

#### **8.6.1. Pontos fortes**

*Plano curricular ajustado aos interesses científicos do aluno.*

*Fomento à divulgação do trabalho dos alunos em revistas científicas e à participação em encontros científicos nacionais e internacionais.*

*Dissertações de doutoramento integradas em projetos de investigação.*

*Acompanhamento personalizado do aluno.*

#### **8.6.1. Strengths**

*Course work plan adjusted to the scientific interests of the student.*

*Encouraging students to publish their research work in scientific journals, and encouraging them to participate in national and international scientific meetings.*

*Doctoral dissertations integrated in research projects.*

*Academic pathway of the student closely followed by the supervisor.*

#### **8.6.2. Pontos fracos**

*É difícil saber, antes do início do semestre, quantos alunos irão frequentar cada unidade curricular.*

#### **8.6.2. Weaknesses**

*It is difficult to assess, before the beginning of the semester, how many students will be attending which PhD course.*

#### **8.6.3. Oportunidades**

*Usar as parcerias internacionais para importar as boas práticas internacionais postas em prática pelas universidades estrangeiras.*

#### **8.6.3. Opportunities**

*Use the international partnerships to import good international practices implemented by foreign universities.*

#### **8.6.4. Constrangimentos**

*Redução do financiamento de bolsas decorrente da crise financeira, o que afecta o funcionamento das unidades curriculares.*

#### **8.6.4. Threats**

*Reduction of the number of available scholarships due to the financial crisis, which affects the functioning of the courses.*

### **8.7. Resultados**

---

#### **8.7.1. Pontos fortes**

*Dissertações de elevada qualidade científica.*

*Prática de publicação de artigos elaborados pelos alunos em co-autoria com orientadores durante o período de trabalho de doutoramento e após obtenção do grau.*

*Prática de apresentação de seminários de investigação.*

*Grande interdisciplinaridade devido à inserção numa escola de engenharia.*

#### 8.7.1. Strengths

*Dissertations of high scientific quality.*

*Practice of having students publishing articles in co-authorship with supervisors during their PhD and after obtaining the doctoral degree.*

*Practice of giving research talks.*

*Large interdisciplinarity due to insertion in an engineering school.*

#### 8.7.2. Pontos fracos

*Poucos doutores por ano e por professor.*

#### 8.7.2. Weaknesses

*Few graduates per year and per professor.*

#### 8.7.3. Oportunidades

*Estabelecer redes de cooperação com outras universidades nacionais e estrangeiras com o objectivo principal de atrair os melhores estudantes nacionais e estrangeiros.*

#### 8.7.3. Opportunities

*Establishment of initial training networks with other universities in Portugal and abroad with the aim of attracting good students.*

#### 8.7.4. Constrangimentos

*Redução do financiamento decorrente da crise financeira. Dificil colocação dos graduados.*

#### 8.7.4. Threats

*Funding squeeze as a result of the financial crisis. Difficult job perspectives.*

## 9. Proposta de acções de melhoria

### 9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

---

#### 9.1.1. Debilidades

*O número reduzido de candidatos.*

#### 9.1.1. Weaknesses

*Small number of candidates.*

#### 9.1.2. Proposta de melhoria

*Aumento do esforço na captação de bolsas de doutoramento. Aqui, o novo programa doutoral FCT em Matemática, LisMath (com início previsto em 2014), terá um papel importante, porque resultará na atribuição de bolsas a alguns alunos, ajudando também no esforço para conseguir atrair mais e melhores alunos.*

#### 9.1.2. Improvement proposal

*Increase efforts to attract PhD scholarships. Here, the new FCT PhD program in Mathematics, LisMath (expected to begin in 2014), will play an important role, because it will result in the awarding of scholarships to some of the students,*

*also helping the effort to attract more and better students.*

#### **9.1.3. Tempo de implementação da medida**

*Em permanência.*

#### **9.1.3. Implementation time**

*On a continuous basis.*

#### **9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

*Alta.*

#### **9.1.4. Priority (High, Medium, Low)**

*High.*

#### **9.1.5. Indicador de implementação**

*Monitorização do número de alunos de doutoramento.*

#### **9.1.5. Implementation marker**

*Monitoring of the number of PhD students.*

## **9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.**

---

#### **9.2.1. Debilidades**

*Algumas unidades curriculares com número reduzido de alunos são oferecidas em regime tutorial, Outras unidades curriculares são só oferecidas bi-anualmente.*

#### **9.2.1. Weaknesses**

*Courses with few students are offered on a tutorial basis  
Some courses are offered on a bi-annual basis only.*

#### **9.2.2. Proposta de melhoria**

*Aumentar o esforço de captação de bolsas de doutoramento de modo a atrair um número mais elevado de estudantes. Aqui, o novo programa doutoral FCT em Matemática, LisMath (com início previsto em 2014), terá um papel importante, porque resultará na atribuição de bolsas a alguns alunos, ajudando também no esforço para conseguir atrair mais e melhores alunos.*

#### **9.2.2. Improvement proposal**

*Attract more students by attracting more PhD scholarships. Here, the new FCT PhD program in Mathematics, LisMath (expected to begin in 2014), will play an important role, because it will result in the awarding of scholarships to some of the students, also helping the effort to attract more and better students.*

#### **9.2.3. Tempo de implementação da medida**

*Em permanência.*

#### **9.2.3. Improvement proposal**

*On a continuous basis.*

#### **9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

*Alta.*

#### **9.2.4. Priority (High, Medium, Low)**

*High.*

#### **9.2.5. Indicador de implementação**

*Número de bolsas obtidas.*

**9.2.5. Implementation marker**  
*Number of grants obtained.*

### **9.3 Recursos materiais e parcerias**

---

**9.3.1. Debilidades**  
*Edifício e espaços com condições de uso deficitárias.*

**9.3.1. Weaknesses**  
*Building and office space with structural deficiencies.*

**9.3.2. Proposta de melhoria**  
*Melhoria da manutenção.*

**9.3.2. Improvement proposal**  
*Improve maintenance activities.*

**9.3.3. Tempo de implementação da medida**  
*Em permanência.*

**9.3.3. Implementation time**  
*On a continuous basis.*

**9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**  
*Alta.*

**9.3.4. Priority (High, Medium, Low)**  
*Alta.*

**9.3.5. Indicador de implementação**  
*Verbas gastas em manutenção.*

**9.3.5. Implementation marker**  
*Amount spent on maintenance activities.*

### **9.4. Pessoal docente e não docente**

---

**9.4.1. Debilidades**  
*As restrições orçamentais existentes dificultam a substituição do pessoal docente e não docente, por exemplo por motivo de reforma. Esta situação poderá representar um problema importante a médio e longo prazo, podendo inviabilizar a continuação do ensino e investigação de qualidade assegurada pelo Departamento de Matemática.*

**9.4.1. Weaknesses**  
*The existing budget restrictions restrict the replacement of academic and non-academic staff, for instance due to retirement. This may constitute a mid and long term problem, that may impair the quality of the teaching and the research conducted by the Department of Mathematics.*

**9.4.2. Proposta de melhoria**  
*Assegurar a substituição atempada de docentes e não docentes que se reformem ou saiam do Departamento de Matemática.*

**9.4.2. Improvement proposal**  
*Put measures in place to ensure that staff that is retiring or leaving the department can be replaced in time.*

**9.4.3. Tempo de implementação da medida**

*Em permanência, de acordo com as decisões da Escola.*

**9.4.3. Implementation time**

*Permanently, according to the decisions of IST.*

**9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

*Alta.*

**9.4.4. Priority (High, Medium, Low)**

*High.*

**9.4.5. Indicador de implementação**

*Variações registadas nos números de pessoal docente e não docente face ao previsto.*

**9.4.5. Implementation marker**

*Actual changes in the number of academic and non-academic staff compared with the expected numbers.*

## **9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem**

---

**9.5.1. Debilidades**

*Os alunos deveriam ter um maior conhecimento sobre os projectos de investigação em curso que não são promovidos pelo grupo de acolhimento ou pelos grupos com que cooperam directamente.*

**9.5.1. Weaknesses**

*Students should have a bigger awareness of ongoing research projects that are not promoted by the host unit or by the groups that directly cooperate with them.*

**9.5.2. Proposta de melhoria**

*Reforço do conhecimento através de workshops para apresentação das áreas de investigação e dos projectos de investigação nessas áreas, e para apresentação do trabalho realizado pelos alunos. Workshops deste tipo estão previstas no âmbito do novo programa doutoral FCT em Matemática, LisMath.*

**9.5.2. Improvement proposal**

*Increase the awareness through workshops that introduce the students to the scientific areas and ongoing research projects in these areas, and where the students can present their ongoing work. Workshops of this sort are planned in the context of the new FCT PhD program in Mathematics, LisMath.*

**9.5.3. Tempo de implementação da medida**

*Médio prazo.*

**9.5.3. Implementation time**

*Mid term.*

**9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

*Alta.*

**9.5.4. Priority (High, Medium, Low)**

*High.*

**9.5.5. Indicador de implementação**

*Criar as workshops mencionadas no ponto 9.5.2.*

**9.5.5. Implementation marker**

*Setting up the workshops mentioned under 9.5.2.*

## 9.6. Processos

---

### 9.6.1. Debilidades

*É difícil saber, antes do início do semestre, quantos alunos irão frequentar cada unidade curricular.*

### 9.6.1. Weaknesses

*It is difficult to assess, before the beginning of the semester, how many students will be attending a given PhD course.*

### 9.6.2. Proposta de melhoria

*Aumento do esforço na captação de bolsas de doutoramento. Aqui, o novo programa doutoral FCT em Matemática, LisMath (com início previsto em 2014), terá um papel importante, porque resultará na atribuição de bolsas a alguns alunos, ajudando também no esforço para conseguir atrair mais e melhores alunos.*

### 9.6.2. Improvement proposal

*Increase efforts to attract PhD scholarships. Here, the new FCT PhD program in Mathematics, LisMath (expected to begin in 2014), will play an important role, because it will result in the awarding of scholarships to some of the students, also helping the effort to attract more and better students.*

### 9.6.3. Tempo de implementação da medida

*Em permanência.*

### 9.6.3. Implementation time

*On a continuous basis.*

### 9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

*Alta.*

### 9.6.4. Priority (High, Medium, Low)

*High.*

### 9.6.5. Indicador de implementação

*Monitorização do número de alunos de doutoramento.*

### 9.6.5. Implementation marker

*Monitoring of the number of PhD students.*

## 9.7. Resultados

---

### 9.7.1. Debilidades

*Poucos doutores por ano.*

### 9.7.1. Weaknesses

*Few graduates per year.*

### 9.7.2. Proposta de melhoria

*Aumento do esforço na captação de bolsas de doutoramento. Aqui, o novo programa doutoral FCT em Matemática, LisMath (com início previsto em 2014), terá um papel importante, porque resultará na atribuição de bolsas a alguns alunos, ajudando também no esforço para conseguir atrair mais e melhores alunos.*

### 9.7.2. Improvement proposal

*Increase efforts to attract PhD scholarships. Here, the new FCT PhD program in Mathematics, LisMath (expected to begin in 2014), will play an important role, because it will result in the awarding of scholarships to some of the students, also helping the effort to attract more and better students.*

### 9.7.3. Tempo de implementação da medida

*Em permanência.*

**9.7.3. Implementation time***On a continuous basis.***9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)***Alta.***9.7.4. Priority (High, Medium, Low)***High.***9.7.5. Indicador de implementação***Monitorização do número de alunos de doutoramento.***9.7.5. Implementation marker***Monitoring of the number of PhD students.***10. Proposta de reestruturação curricular****10.1. Alterações à estrutura curricular**

---

**10.1. Alterações à estrutura curricular****10.1.1. Síntese das alterações pretendidas***Cancelamento das unidades curriculares opcionais Algoritmos Probabilísticos (LogComp) e Novos Paradigmas da Computação (LogComp), que, por lapso, constam do plano curricular recentemente publicado em DR.***10.1.1. Synthesis of the intended changes***Cancellation of the optional curricular units Probabilistic Algorithms (LogComp) and New Paradigms in Computation (LogComp), which by lapse got included in the curricular plan recently published in DR.***10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida****Mapa XI - Nova estrutura curricular pretendida****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática***10.1.2.1. Study programme:***Mathematics***10.1.2.2. Grau:***Doutor***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*

#### 10.2.1. Study programme:

*Mathematics*

#### 10.2.2. Grau:

*Doutor*

#### 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****10.4.1.1. Unidade curricular:**

<sem resposta>

**10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

<sem resposta>

**10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

**10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

<no answer>

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

<sem resposta>

**10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

<no answer>

**10.4.1.5. Conteúdos programáticos:**

<sem resposta>

**10.4.1.5. Syllabus:**

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

**10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

<sem resposta>

**10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

<no answer>

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

<sem resposta>

**10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

<no answer>

**10.4.1.9. Bibliografia principal:**

<sem resposta>