

ACEF/1617/09477 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade De Coimbra

A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:

Universidade Do Porto

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

Faculdade De Ciências (UP)

A3. Ciclo de estudos:

Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática

A3. Study programme:

INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN MATHEMATICS

A4. Grau:

Doutor

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

DR 2.ª série, n.º 45, 3 de março de 2017, Despacho n.º 1857/2017

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 dígitos), 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 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

n/a

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

n/a

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):

8 semestres

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

8 semesters

A10. Número de vagas proposto:

25

A11. Condições específicas de ingresso:

Os candidatos deverão ter obtido formação académica em Matemática (ou em área afim) de um dos seguintes tipos:

- Mestrado (2.º ciclo de estudos superiores no sistema de Bolonha da União Europeia)

- Licenciatura (4 ou mais anos, no sistema pré-Bolonha)

- outro grau considerado, nos termos legais, equivalente a algum dos anteriores.

Excepcionalmente, poderão ser considerados candidatos cujo currículo científico, académico e profissional ateste capacidade

para habilitação ao grau de doutor. Compete à Comissão Coordenadora do Programa avaliar se estas condições especiais de admissão são satisfeitas. Com este intuito, além do certificado de habilitações, os candidatos devem incluir um histórico escolar (lista oficial de disciplinas concluídas e respetivas notas).

A11. Specific entry requirements:

Candidates are required to have completed a degree in Mathematics (or a related area) of one of the following types:

- a Master degree (2nd cycle of higher studies in the European Union Bolonha system);
- a Bachelor degree (4 or more years undergraduate degree in the pre-Bolonha system);
- any degree which is legally considered equivalent to one of the above.

Exceptionally, candidates whose scientific, academic and professional curriculum demonstrates ability to pursue doctoral studies may also apply. It is up to the Steering Committee to evaluate whether the special conditions are met. For this purpose, besides a certificate, candidates should include an official transcript of the courses completed and corresponding grades.

A12. Ramos, opções, perfis...

Pergunta A12

A12. Percursos alternativos como ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos 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 programme (if applicable)

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Não se aplica

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

Not applicable

A13. Estrutura curricular

Mapa I - n/a

A13.1. Ciclo de Estudos:

Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática

A13.1. Study programme:

INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN MATHEMATICS

A13.2. Grau:

Doutor

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

n/a

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

n/a

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 Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Matemática/Mathematics	M	195	36
Livre/Matemática - Free/Mathematics	F/M	0	9
(2 Items)		195	45

A14. Plano de estudos

Mapa II - n/a - 1º Ano / 1º Semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:*Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática***A14.1. Study programme:***INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN MATHEMATICS***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***n/a***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***n/a***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 1º Semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Fundamental / Fundamental Algebra	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Análise Funcional / Functional Analysis	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Matemática Computacional / Computational Mathematics	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Probabilidades e Processos Estocásticos / Probability and Stochastic Processes	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Variedades Diferenciáveis / Differentiable Manifolds	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Seminário / Seminar	M	S	81	S - 30	3	-
Opção UC UP / UC UP Option	L	S	243	--	9	Opção/Option
(7 Items)						

Mapa II - n/a - 1º Ano / 2º Semestre

A14.1. Ciclo de Estudos:*Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática***A14.1. Study programme:***INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN MATHEMATICS***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***n/a***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***n/a***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º Semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester*

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear Numérica / Numerical Linear Algebra	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Álgebra Não Comutativa / Non Commutative Algebra	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Análise Numérica e Simulação de EDPs / Numerical Analysis and Simulation of PDEs	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Análise de Séries Temporais / Time Series Analysis	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Categorias em Álgebra e Topologia / Categories in Algebra and Topology	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Dinâmica Hiperbólica / Hyperbolic Dynamics	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Equações com Derivadas Parciais / Partial Differential Equations	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Estruturas Lineares e Combinatória / Linear Structures and Combinatorics	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Geometria Algébrica / Algebraic Geometry	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Geometria Simpléctica / Symplectic Geometry	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Inferência Estatística Não Paramétrica / Nonparametric Statistical Inference	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Novas Direcções em Matemática / New Directions in Mathematics	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Optimização / Optimization	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Semigrupos / Semigroups	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Teoria da Aproximação Construtiva / Constructive Approximation Theory	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Teoria da Bifurcação / Bifurcation Theory	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Teoria da Representação / Representation Theory	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Teoria Ergódica / Ergodic Theory	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Teoria dos Jogos / Game Theory	M	S	243	T - 60	9	Opção/Option
Projecto de Tese / Thesis Project	M	S	324	OT - 30	12	-
Opção UC UP / UC UP Option	L	S	243	--	9	Opção/Option

(21 Items)**Mapa II - n/a - 3º, 4º, 5º,6º,7º e 8º semestres****A14.1. Ciclo de Estudos:***Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática***A14.1. Study programme:***INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN MATHEMATICS***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***n/a***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***n/a***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***3º, 4º, 5º,6º,7º e 8º semestres***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd, 4th, 5th, 6th, 7th and 8th semesters***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)
Tese de doutoramento/ PhD thesis (1 Item)	M	Plurianual	4860	OT - 90	180	-

Perguntas A15 a A16

A15. Regime de funcionamento:

Diurno

A15.1. Se outro, especifique:

n/a

A15.1. If other, specify:

n/a

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

António Guedes de Oliveira (Univ. Porto); Paulo Eduardo Oliveira (Univ. Coimbra)

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 - *n/a*

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

n/a

A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<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 efetivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

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

n/a

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

n/a

A17.4. Orientadores cooperantes

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

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

Documento com os mecanismos de avaliação e seleção 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 programmes)

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

<sem resposta>

Pergunta A18 e A20

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

As disciplinas funcionam na Universidade do Porto nas edições que se iniciam em anos ímpares e na Universidade de Coimbra nas edições que se iniciam em anos pares.

Courses are taught at the University of Porto in editions starting in odd years and at the University of Coimbra in editions starting in even years.

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

[A19_Reg_creditaUC-UP.pdf](#)

A20. Observações:

O painel internacional que avaliou em 2008 os centros de investigação portugueses financiados pela FCT reconheceu os nossos esforços e "aplaudiu o esforço em estabelecer objectivos e padrões de excelência para o programa (e) a atração e inserção de alunos estrangeiros".

A20. Observations:

The international panel that evaluated the Portuguese research centers funded by FCT recognized our efforts back in 2008 and "applauded the effort to establish high standards for the program (and) the inclusion of foreign students".

1. Objetivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

Ser um instrumento essencial no treino, no seio dos nossos dois centros de investigação, de matemáticos jovens e talentosos e no apoio a uma actividade de investigação de excelência em Matemática.

O programa visa doutorar estudantes, expondo-os a Matemática de primeiro plano, conduzindo a sua atenção para problemas desafiantes e com impacto e treinando-os a fazer investigação de topo com autonomia e sucesso.

1.1. Study programme's generic objectives.

To be a fundamental tool for training young talented mathematicians and supporting research activity of excellence.

The program aims at graduating PhD students by strengthening their mathematical background, exposing them to cutting edge Mathematics, enticing them to challenging problems of high interest and impact, and training them to do research in an autonomous and successful way.

1.2. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da Instituição.

O programa é oferecido pelos Departamentos de Matemática das Universidades de Coimbra e Porto com o apoio total dos Centros de Matemática de ambas as universidades (CMUC e CMUP). O programa é por nós encarado como uma forma de transferir o conhecimento acumulado dos nossos professores para a comunidade académica e para o sector industrial, através dos nossos antigos orientandos. Igualmente importante, por outro lado, o programa de doutoramento melhora a capacidade dos nossos programas de investigação, uma vez que redimensiona os vários grupos de investigação, os quais vêm a sua massa crítica crescer. A forma como procuramos a excelência na investigação é, assim, extremamente dependente do funcionamento regular de um programa de doutoramento de elevada qualidade capaz de atrair estudantes talentosos.

A parceria deu-nos a oportunidade de cobrir um leque muito diversificado de assuntos e áreas da matemática, aproveitando a complementaridade existente. A qualidade do corpo docente é vista por nós como uma condição necessária fundamental para um ensino e treino a nível de pós-graduação de qualidade. A parceria UC-UP proporciona um corpo docente ainda de maior qualidade, que consideramos ser de nível excelente no país, permitindo ainda cobrir uma maior gama de áreas de investigação em matemática. O programa é bem alimentado pela qualidade e diversidade da investigação realizada nos dois centros, bem como pelo ambiente de interdisciplinaridade e instalações oferecidas aos estudantes. A nossa experiência em dirigir um programa de doutoramento é um dos nossos maiores activos.

Foi bem compreendido por ambos os departamentos, desde há muito tempo, a importância de aproveitar os recursos humanos das duas universidades para desenhar e conceber um programa de doutoramento totalmente direcionado para uma investigação em matemática com os mais altos padrões internacionais, baseado numa oferta curricular flexível e atractiva. Os centros oferecem ao cenário académico dos departamentos um ambiente de investigação estimulante e dinâmico. Ambos os centros são extremamente activos na organização regular de seminários numa grande diversidade de áreas. Organizam regularmente escolas e cursos avançados intensivos que podem ser articulados com os do programa. Ambos os centros recebem muitos visitantes seniores, investigadores de pós-doutoramento seniores (programas FCT), e pós-docs. Têm também organizado, com regularidade, reputadas conferências internacionais e estão envolvidos em diversos projectos e redes internacionais de investigação em matemática.

1.2. Inclusion of the study programme in the institutional training offer strategy, considering the institution's mission.

The UC/UP Joint PhD Program in Mathematics is run by the Departments of Mathematics of the Universities of Coimbra and Porto with the full support of the Centers for Mathematics of both universities (CMUC and CMUP). The program is regarded by us as a form of successfully transferring accumulated knowledge, from our faculty to the academic community and the industrial sector, through our graduate alumni. Equally important, on the other hand, the program refuels the research of both universities, enlarging the various research teams, reaching more critical mass, and contributing to the enthusiasm of the scientific environment. Our pursuit of excellence is thus extremely dependent on a high-quality PhD program, run on a continuous basis, capable of attracting talented students.

The partnership has given us the opportunity of covering a wider range of mathematical subjects, taking advantage of the existing complementarity.

Faculty quality is seen by us as a fundamental condition for proper PhD training. The partnership UC-UP has given us a faculty of quality better than the ones of the individual universities separately, at the same time that it led to a wider coverage of mathematical areas. The program is well nurtured by the research and interdisciplinary environments and the overall facilities offered to students. Our experience in running a successful PhD program is one of our main assets.

It was understood from the very beginning by both departments how important it was to take advantage of the human resources of the two universities and to jointly set up a research-oriented PhD program based on a flexible and attractive curricular program, meeting the highest international standards.

The centers bring to the academic setting of the departments a stimulating and dynamic research environment. Both centers are extremely active in the organization of regular seminars in a wide range of topics. They often organize advanced intensive courses which can be articulated with those of the program. Both centers host their own senior visitors, senior post-doctoral researchers (FCT programs), and postdocs. They have also been frequently engaged in the organization of reputed international conferences and involved in international research networking programs.

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

O programa tem o seu próprio website em "http://www.mat.uc.pt/phd_prog" com informação actualizada.

Na semana de acolhimento dos estudantes, o Director do Programa e a Comissão Coordenadora reúnem com os estudantes admitidos e pelo menos um ou dois eventos de encontro do corpo docente e estudantes são organizados durante o ano em cada uma das instituições.

Durante os semestres letivos, a Comissão Coordenadora reúne, com periodicidade mensal, com o membro do corpo docente responsável pelo programa de seminário curricular do primeiro ano e com um representante dos estudantes do primeiro ano e um representante dos estudantes em tese (o estudante responsável pelo programa de seminário extra-curricular RSP). Esta comissão alargada ausculta feedback do programa. O programa curricular de seminário pretende ser, durante o primeiro ano do programa, um meio de integração dos novos estudantes nas áreas e grupos de investigação na qual poderão vir a desenvolver a sua tese.

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

The program has its own web site http://www.mat.uc.pt/phd_prog containing up-to-date information.

During the welcoming week, the Program Director and Steering Committee meet with the new students and at least one or two gather together events are organized during the year in each partner institution.

Once a month during course terms, the Steering Committee meets with the faculty member in charge of the first year curricular seminar program, one student representative of the first year incoming students, and one student representative of already thesis supervised students (the student in charge of the extra curricular research seminar). Such a council-at-large gathers feedback of the program. The curricular seminar program runs throughout the first year of the program for further student integration.

2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

2.1 Organização Interna

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

O processo de criação de ciclos de estudos em ambas as universidades tem início com uma proposta de oferta formativa (ou de revisão/actualização de oferta existente) e culmina com a sua submissão junto da A3ES para acreditação. Na UP inicia-se nas Faculdades, e implica o parecer prévio do Senado e aprovação pelo Reitor, ao abrigo das competências estatutárias que lhes estão atribuídas. Na UC envolve as Unidades Orgânicas, os Centros de Serviços Comuns e Especializados, a Reitoria/Senado e o Conselho Geral. A tramitação das alterações decorre de forma idêntica, devendo, depois de aprovadas, ser comunicadas à DGES e publicadas em DR.

O programa de doutoramento é dirigido por um Diretor do Programa e uma Comissão Coordenadora, por ele presidida, com o compromisso total de prestação de contas e de uma coordenação alargada. O Diretor do Programa é formalmente nomeado pelas direcções de ambos os departamentos e centros de investigação.

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.

At both universities, the creation of a new study cycle starts with a proposal (or review / update of an existing one) which is then submitted for accreditation at A3ES. At UP the process starts in the Faculties, asks for a prior opinion of the Senate and the approval of the Rector. At UC, it involves the Organisational Units, the Central Services, the Rector / the Senate and the General Council. The procedure for changes is identical, and once approved, the reviewed proposal must be sent to DGES and published in the national official journal (DR).

The PhD program is governed by a Program Director and a Steering Committee within a full commitment for account giving and at-large governing. The Program Director is formally nominated by the directing boards of both departments and centers.

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

A Comissão Coordenadora é constituída por quatro membros, nomeados pelas direcções de ambos os departamentos e centros de investigação. Esta comissão seleciona o corpo docente (entendido como o conjunto de potenciais orientadores de tese) e submete aos Conselhos Científicos de ambas as UO uma proposta de distribuição do serviço docente. A Comissão dirige o processo de admissão dos estudantes e supervisiona de perto a integração dos estudantes admitidos (atribuindo-lhes um tutor, ajudando-os a escolher as disciplinas e o orientador da tese). Durante o ano lectivo, uma vez por mês, a CC reúne com o responsável do programa curricular de seminário do primeiro ano, um representante dos estudantes do primeiro ano e um representante dos estudantes em trabalho de tese. Tal comissão alargada recolhe feedback do funcionamento do programa, identifica potenciais problemas, discute possíveis soluções e busca novas ideias e oportunidades.

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

The Steering Committee consists of four members nominated by the directing boards of both departments and centers. The Committee selects the faculty (understood as the set of possible thesis supervisors), and submits to the Scientific Councils of both Organic Units a proposal for the teaching service. The Committee runs the students admission process and supervises the integration of the new students (assigning them a tutor, helping them choosing the courses and the thesis supervisor). Once a month during course terms, the Steering Committee meets with the faculty member in charge of the curricular seminar program, one student representative of the first year students, and one student representative of the students in thesis (the student in charge of the extra curricular research seminar). Such a council-at-large gathers feedback of the program, identifies potential problems and debates possible solutions, and seeks for new ideas and opportunities.

2.2. Garantia da Qualidade

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

Aos departamentos envolvidos, com o apoio dos conselhos Científicos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto compete, por regulamento, criar os mecanismos de garantia de qualidade do Programa de Doutoramento. Conforme procedimentos estabelecidos na UC e na UP, a autoavaliação do ciclo de estudos é realizada no final de cada ano letivo com a intervenção das diferentes partes interessadas sendo o relatório final da responsabilidade do director de curso. Face a esta análise são definidas anualmente as ações de melhoria a implementar no curso, cuja execução é avaliada no ano seguinte. O ciclo de estudos segue os procedimentos dos manuais do Sistema de Gestão da Qualidade da UC e da UP.

Existe ainda a Comissão de Supervisão Externa do programa, um órgão não formal do programa, que tem como missão avaliar, aconselhar e sugerir melhorias, com o intuito de aumentar a projeção internacional do programa.

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

According to regulations, the departments involved, with the support of the Scientific Boards at FCTUC and FCUP, are the institutions responsible for creating the mechanisms to ensure the quality of the PhD Program itself and of all the procedures from recruitment to graduation. According to the established procedures at UC and UP, the self-assessment of the study cycle is held at the end of each school year with the participation of different stakeholders. The final report must be prepared by the Director of the program. Considering this analysis, improvement actions are set on an annual basis, which are evaluated in the following year. The program further follows the procedures of the manuals of Quality Management System of UC and UP. There is also the External Supervisory Committee of the program, an informal body of the program whose mission is to evaluate, advise and suggest improvements in order to increase the international relevance of the program.

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

Responsáveis: O Director do Programa e a Comissão Coordenadora, que estão totalmente comprometidos com a avaliação e revisão do programa. A atividade do programa é reportada anualmente às direcções de ambos os departamentos e centros, bem como à Comissão de Supervisão Externa. A Comissão de Supervisão Externa é formado por três matemáticos de renome internacional, cujo currículo profissional abrange um grande espectro das áreas do programa e que têm uma longa experiência em supervisão de teses de doutoramento. O Director do Programa reporta à Comissão de Supervisão Externa por diferentes vias. Está previsto que esta Comissão visite o programa a cada dois anos e prepare um relatório de avaliação.

A um nível mais elevado na administração das duas Universidades, são ainda responsáveis, na UC, a Divisão de Avaliação e Melhoria Contínua e o Vice-Reitor com o respectivo pelouro, e, na UP, o Gabinete de Estudos Estratégicos e Melhoria Contínua e a Reitoria.

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

Responsible persons and teams: The Program Director and the Steering Committee. They are fully committed to the assessment and review of the program. The activity of the program is annually reported to the boards of directors of both departments and research centers as well as to the External Supervisory Committee. The External Supervisory Committee is formed by three

leading mathematicians, whose expertise covers a large spectrum of the areas of the PhD program and who have a long experience in terms of supervising PhD students. The Program Director reports to the External Supervisory Committee in several ways. The Committee is expected to make an on-site visit every other year and report afterwards. At a higher level in the administration of the two Universities, are responsible the Office of "Avaliação e Melhoria Contínua" and the corresponding Deputy Rector, at UC, and the Office of "Estudos Estratégicos e Melhoria Contínua" and the corresponding Deputy Rector at UP.

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

Toda a documentação do Programa é arquivada num repositório a que têm acesso, com uma palavra-chave, os membros da Comissão Coordenadora do Programa. Além disso, a página virtual do Programa, em português e inglês, contém uma extensa base de dados, permanentemente actualizada, com uma componente pública e outra de acesso restrito.

Aproveita-se ainda a plataforma de informação de ambas as universidades (SGQP na UC e SGQ.UP na UP), através dos quais é assegurada a produção automática de indicadores referentes às unidades curriculares do curso e a inquéritos pedagógicos. No final do ano a informação é coligida e analisada a fim da autoavaliação do ciclo de estudos. Além de todos os relatórios anuais preenchidos pelo Diretor do Programa e exigidos por ambas as universidades, está previsto um mecanismo mais direto de responsabilização: o report direto a ambos os departamentos e centros de investigação.

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

All relevant documentation relating to the Program is filed in a repository to which only the members of the Steering Committee have access with an individual password. Furthermore, the virtual page, in Portuguese and English, of the PhD Program contains an extensive database, continuously updated, with a public component and another with restricted access.

There is an information system in both universities (SGQP at UC and SGQ.UP at UP) through which the automatic production of indicators related to the curricular units of the course and pedagogical surveys is assured. This information and the data from other sources are analyzed by the Director of the program who will oversee its functioning in collaboration with the teachers of the program and department directors.

Besides all annual reports filled in by the Program Director and required by both universities, there is a more direct way of accountability by reporting directly to the departments and centers.

2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade

https://www.mat.uc.pt/~dir_dep/manual_sistema_gestao_qualidade.pdf

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

O Diretor do Programa e os membros da Comissão Coordenadora estão totalmente comprometidos com a avaliação e revisão do programa. Os alunos podem dirigir-se diretamente aos tutores, docentes, supervisores, Diretor de Programa e membros da Comissão Coordenadora em qualquer momento. A Comissão Coordenadora reúne regularmente com os representantes dos estudantes e o responsável pelo Seminário.

A Comissão de Supervisão Externa é consultada sobre qualquer assunto considerado estratégico e onde haja espaço para ação futura. O Diretor do Programa garante que as recomendações da Comissão sejam minuciosamente discutidas e que sejam tomadas todas as medidas necessárias para implementar quaisquer melhorias sugeridas.

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

The Program Director and members of the Steering Committee are fully committed to the assessment and review of the program. Students fill in evaluation reports for all courses taken in the first year. The Steering Committee meets regularly with the student representatives and the professor in charge of the seminar.

The External Supervisory Committee is consulted regarding on any matter considered strategic and where there is room for future action. The Program Director ensures that the recommendations of the Committee are thoroughly discussed and all necessary steps are taken to implement whatever improvements are suggested.

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

O programa concorreu em 2014 ao Concurso Nacional para Financiamento Competitivo de Programas de Doutoramento FCT, tendo sido aprovado, com o respectivo financiamento.

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

The program competed in 2014 for the National Competition for Competitive Financing of FCT PhD Programs, and was approved, with the respective funding.

3. Recursos Materiais e Parcerias

3.1 Recursos materiais

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

Mapa VI. Instalações físicas / Mapa VI. Facilities

Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m ²)
19 salas de aula	1660.1

4 anfiteatros	645.2
4 salas de estudo	395.3
Área de estudo aberta	51.7
Biblioteca	840
6 salas de computadores	273.5
2 salas de seminários	91.3
1 sala de Conselho, 1 sala de Reuniões e 1 sala de Provas	270.9
Recursos Lectivos	48.3
Laboratório de Cálculo	91.1
Papelaria – Reprografia	35.2
57 gabinetes	1112.3
Bar	383.6
15 instalações sanitárias	200.3

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

Mapa VII. Equipamentos e materiais / Map VII. Equipments and materials

Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Projectores de acetatos e ecrãs / Transparencies Projectors and Screens	24
Projectores de vídeo / Video Projectors	17
Monografias / Monographs	34000
Publicações periódicas (assinatura directa) / Scientific Journals	60
Computadores / Computers	65
Quadro Interactivo / Interactive Whiteboard	2
Digitalizador / Scanner	3
Fotocopiadora - Impressora / Copier - Printer	4
Impressora Lazer Cores A3 / Color Lazer Printer A3	1
Workstations / Workstations	4
Impressora Lazer / Lazer Printer	2
Servidores de cálculo	5
Recursos on-line: B-on, MathSciNet, ZBlatt e JSTOR (Math and Statistics)	4
Software: LaTeX, MikTex, Maxima, Matlab, Mathematica, Python, SPSS, Geogebra, R, Eviews, Arcinfo, Autodesk map series, Geomatica, Geomedia prof, Microstation, Osgeo4W, Cplex, MySQL (várias licenças/ several licenses).	18
Linguagens/ Languages: Java, Javascript, Haskell, C, C++, Fortran, Pascal (Windows e/and Unix)	7
O Departamento de Matemática da Univ. de Coimbra disponibiliza gabinetes com ligação à internet, telefone e espaço destinado à organização de documentação. / The Department of Mathematics of Univ. Coimbra offers offices with internet connection, telephone and space for organizing documentation.	4

3.2 Parcerias

3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

Todos os recursos de redes internacionais dos dois centros são disponibilizados aos estudantes que são encorajados a fazer visitas curtas no exterior, principalmente no segundo e terceiro anos do programa. A Escola de Verão é certamente uma excelente oportunidade para estabelecer novos contatos internacionais.

Além disso, os alunos mais seniores receberão os meios (orçamento e logística) para convidar 2 ou 3 matemáticos de renome todos os anos, com o objetivo de aumentar a sua visibilidade internacional, melhorar as suas competências organizacionais e iniciar futuras redes científicas. Tudo é monitorizado pelo Diretor do Programa em coordenação, quando apropriado, com os organizadores dos colóquios e seminários dos grupos de investigação dos departamentos e centros.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

All networking resources of the two partners are made available to students who are encouraged to make short visits abroad mainly in their second and third years of the program. The Summer school program is certainly an excellent opportunity for establishing new international contacts.

In addition, the most senior students will be given the means (budget and logistics) to invite 2 or 3 scholars every year, hosting their short visits, with the purpose of increasing their visibility, of improving their organizational skills, and of starting future scientific networking. Such an enterprise will be monitored by the Program Director in coordination, when appropriate, with the colloquia and research group seminars of the departments and centers.

3.2.2 Parcerias nacionais com vista a promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos, bem como práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

O programa prevê que a Escola de Verão (anual) possa organizar-se, pontualmente, em conjunto com outros programas de doutoramento no país.

3.2.2 National partnerships in order to promote interinstitutional cooperation within the study programme, as well as the relation with private and public sector

The program allows the possibility of organizing its annual Summer School in collaboration with other doctoral programs in the country.

3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

Não há.

3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

There are no collaborations with other study programmes.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Alberto Adrego Pinto

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

Alberto Adrego Pinto

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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 - Alexandre Artur Pinho Rodrigues

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

Alexandre Artur Pinho Rodrigues

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ana Cristina Moreira de Freitas

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

Ana Cristina Moreira de Freitas

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

Universidade do Porto**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Faculdade de Economia*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):*****100*****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Mapa VIII - Ana Paula Dias****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Ana Paula Dias*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade do Porto*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Faculdade de Ciências*****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 - André Oliveira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****André Oliveira*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade do Porto*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Faculdade de Ciências*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):*****100*****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Mapa VIII - António Guedes de Oliveira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****António Guedes de Oliveira*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade do Porto*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Faculdade de Ciências***

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 - António José de Oliveira Machiavelo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

António José de Oliveira Machiavelo

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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

Carlos Rito

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

Universidade do Porto

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

Centro de Matemática

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 - Christian Edgar Lomp**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Christian Edgar Lomp

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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 - Helena Mena Matos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Helena Mena Matos***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 - Helena Reis****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Helena Reis***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Economia***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 - Inês Cruz****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Inês Cruz***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Isabel Labouriau**

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

Isabel Labouriau

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Jorge Almeida**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Jorge Almeida

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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 - Jorge Milhazes de Freitas**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Jorge Milhazes de Freitas

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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

Jorge Rocha

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Ferreira Alves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Ferreira Alves

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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

Manuel Delgado

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Ciências

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

Manuela Aguiar

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

Universidade do Porto

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

Faculdade de Economia

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 Brito

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

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

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

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 Pires de Carvalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria Pires de Carvalho

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

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

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 - Paula A. A. B. Carvalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paula A. A. B. Carvalho

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

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

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 - Paulo Beleza Vasconcelos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Beleza Vasconcelos***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Economia***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Pedro V. Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Pedro V. Silva***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 - Peter Gothen****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Peter Gothen***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade do Porto***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 - Samuel Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Samuel Lopes

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

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

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 - Semyon Yakubovich

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

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

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

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 - Sílvio M. A. Gama

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Sílvio M. A. Gama

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

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

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 - Sofia Castro

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

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

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

Faculdade de Economia

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

Adérito Araújo

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

Alexander Kovacec

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

Alfredo 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 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 - Amílcar Branquinho

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

Amílcar Branquinho

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 Margarida Melo

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

Ana Margarida Melo

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ana Paula Santana

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

Ana Paula Santana

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 Leal Duarte

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

António Leal Duarte

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 Leal

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

Carlos Leal

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor 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 Tenreiro

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

Carlos Tenreiro

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 - Dmitry Vorotnikov

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

Dmitry Vorotnikov

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 - Elisabete Barreiro

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

Elisabete Barreiro

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 - Ercília Sousa

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

Ercília Sousa

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 - Esmeralda Gonçalves

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

Esmeralda Gonçalves

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 - Fátima Silva Leite**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Fátima Silva Leite

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

Gonçalo Gutierres

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

Helena Albuquerque

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Isabel Maria Narra de Figueiredo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Isabel Maria Narra de Figueiredo***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 - Ivan Yudin****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Ivan Yudin***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 - Joana Margarida Nunes da Costa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Joana Margarida Nunes 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 - João Nogueira**

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

João Nogueira

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 Eduardo da Silveira Gouveia**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Eduardo da Silveira Gouveia

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

João Filipe Queiró

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 - Jorge Sentieiro Neves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Jorge Sentieiro Neves

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 - Jorge Picado

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

Jorge Picado

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Augusto Ferreira

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

José Augusto Ferreira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Carlos Petronilho

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

José Carlos Petronilho

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 Miguel Urbano

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

José Miguel Urbano

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 - Júlio Neves

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

Júlio Neves

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 - Kenier Castillo

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

Kenier Castillo

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

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

Mapa VIII - Luis Nunes Vicente

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

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 Celeste Gouveia

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

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

Mapa VIII - Maria da Graça Temido

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Maria da Graça Temido

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa VIII - Maria Manuel Clementino

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

Maria Manuel Clementino

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 - Marta Pascoal

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

Marta Pascoal

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 - Natália Bebiano

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

Natália Bebiano

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 - Nazaré Mendes Lopes

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

Nazaré Mendes 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 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 - Olga Azenhas

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

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa VIII - Paula de Oliveira

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

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Eduardo 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 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 - Raquel Caseiro

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

Raquel Caseiro

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 - Ricardo Mamede

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

Ricardo Mamede

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 Barbeiro

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

Sílvia Barbeiro

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 - Susana D. Moura**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Susana D. Moura***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 Mapa IX - Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)****4.1.2. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Alberto Adrego Pinto	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Alexandre Artur Pinho Rodrigues	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Cristina Moreira de Freitas	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Paula Dias	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
André Oliveira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António Guedes de Oliveira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António José de Oliveira Machiavelo	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Carlos Rito	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Christian Edgar Lomp	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Helena Mena Matos	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Helena Reis	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Inês Cruz	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Labouriau	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Almeida	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Milhazes de Freitas	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Rocha	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
José Ferreira Alves	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Manuel Delgado	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Manuela Aguiar	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Margarida Brito	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Pires de Carvalho	Doutor	Matemática (Sistemas Dinâmicos)	100	Ficha submetida
Paula A. A. B. Carvalho	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Paulo Beleza Vasconcelos	Doutor	Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Pedro V. Silva	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Peter Gothen	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Samuel Lopes	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Semyon Yakubovich	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Sílvio M. A. Gama	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Sofia Castro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Adérito Araújo	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Alexander Kovacec	Doutor	Mathematics	100	Ficha submetida
Alfredo Costa	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Amílcar Branquinho	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Margarida Melo	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Paula Santana	Doutor	Álgebra - Matemática	100	Ficha submetida
António Leal Duarte	Doutor	Algebra	100	Ficha submetida
Carlos Leal	Doutor	Mecânica Teórica	100	Ficha submetida
Carlos Tenreiro	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida

Dmitry Vorotnikov	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Elisabete Barreiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ercília Sousa	Doutor	Matemática - Análise Numérica	100	Ficha submetida
Esmeralda Gonçalves	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Fátima Silva Leite	Doutor	Matemática - Teoria do Controlo	100	Ficha submetida
Gonçalo Gutierrez	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Helena Albuquerque	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria Narra de Figueiredo	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ivan Yudin	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Joana Margarida Nunes da Costa	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
João Nogueira	Doutor	Matemática - Topologia em dimensões baixas	100	Ficha submetida
João Eduardo da Silveira Gouveia	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
João Filipe Queiró	Doutor	Ciências (especialidade de Álgebra)	100	Ficha submetida
Jorge Sentieiro Neves	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Picado	Doutor	Matemática Pura	100	Ficha submetida
José Augusto Ferreira	Doutor	Matemática - Análise Numérica e Computação	100	Ficha submetida
José Carlos Petronilho	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
José Miguel Urbano	Doutor	Análise Matemática	100	Ficha submetida
Júlio Neves	Doutor	Matemática (especialização em Análise Funcional - Teoria de espaços de funções)	100	Ficha submetida
Kenier Castillo	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Luis Nunes Vicente	Doutor	Applied Mathematics	100	Ficha submetida
Maria Celeste Gouveia	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria da Graça Temido	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Maria Manuel Clementino	Doutor	Álgebra	100	Ficha submetida
Marta Pascoal	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Natália Bebiano	Doutor	Matemática Pura Algebra	100	Ficha submetida
Nazaré Mendes Lopes	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Olga Azenhas	Doutor	Matemática (Especialidade Álgebra)	100	Ficha submetida
Paula de Oliveira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Paulo Eduardo Oliveira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Raquel Caseiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ricardo Mamede	Doutor	Matemática Pura	100	Ficha submetida
Sílvia Barbeiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Susana D. Moura	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
			7200	

<sem resposta>

4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagem são sobre o nº total de docentes ETI)

4.1.3.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.1.3.1.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	72	100

4.1.3.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.1.3.2.1. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	72	100

4.1.3.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.1.3.3.1. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	72	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

4.1.3.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.1.3.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	72	100
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

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 atualização

O procedimento de avaliação dos docentes da Universidade de Coimbra (UC) tem por base o disposto no Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra, Regulamento n.º 398/2010 publicado no DR n.º 87, 2.ª Série, de 5 de maio de 2010, retificado no DR 2.ª Série, de 17 de maio de 2010.

O Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade do Porto (UP) foi aprovado por despacho do Conselho de Gestão de 29 de julho de 2010, publicado no DR 2.ª série, n.º 154, de 10 de agosto, retificado no DR 2.ª Série, nº 127, de 4 de julho de 2017.

Estes regulamentos definem os mecanismos para a identificação dos objetivos de desempenho dos docentes para cada período de avaliação, explicitando a visão da instituição, nos seus diversos níveis orgânicos, e traçando, simultaneamente, um quadro de referência claro para a valorização das atividades dos docentes, com vista à melhoria da qualidade do seu desempenho.

A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos, em quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas. Relativamente a cada uma das vertentes, a avaliação dos docentes pode incluir duas componentes: avaliação quantitativa e avaliação qualitativa. A avaliação qualitativa é efetuada por painéis de avaliadores que avaliam o desempenho do docente em cada vertente. O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante. Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

A avaliação do desempenho dos docentes da UP é feita através de uma avaliação curricular relativa ao desempenho no ano civil transato, decorrendo o respetivo processo nos meses de janeiro a maio do ano seguinte ao período em avaliação. Esta avaliação tem em consideração quatro vertentes: investigação; ensino; transferência de conhecimento; gestão universitária. Para a avaliação de cada uma das vertentes são tidos em consideração diversos parâmetros de avaliação, que poderão ser de natureza quantitativa ou qualitativa. O processo compreende quatro fases: autoavaliação; avaliação; harmonização; homologação. A avaliação final é expressa em menções qualitativas, em função das classificações finais obtidas a partir dos critérios definidos no regulamento, nos seguintes termos: excelente, relevante, suficiente, inadequado.

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

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the “Regulation of Teachers’ Performance Evaluation of UC” – regulation no. 398/2010, published on the 5th of May, and amended on the 17th of May.

The Regulation for the academic staff performance evaluation of the University of Porto was approved by the Management Council of July 29, 2010, published in the DR Series 2, No. 154, dated August 10, rectified in DR 2. Series, no. 127, of July 4, 2017. These regulations define the mechanisms to identify teachers’ performance goals for each time span of evaluation, clearly stating the institution’s vision, across its different levels, and outlining simultaneously a clear reference board to value teachers’ activities with the purpose to improve their performance.

The evaluation at UC is made on a three years basis and takes into account four dimensions: investigation, teaching, knowledge transfer, university management and other tasks. For each dimension, the teachers’ evaluation may include two variables: quantitative and qualitative. The qualitative evaluation is made by a panel of reviewers who evaluate teachers’ performance in each dimension. The evaluation procedures have five stages (self-evaluation, validation, evaluation, audience, and homologation). The final evaluation of each teacher is expressed in a four point scale: excellent, very good, good and not relevant. Before each new evaluation cycle each OU identifies, for the subject areas, a set of parameters that define the new goals of teachers’ performance and its components, thus ensuring the continuous updating of the process.

The evaluation at UP is done every year, from January to May, through a curricular evaluation of the performance in the preceding calendar year. This evaluation takes into account four strands: research; teaching; transfer of knowledge; university management. For the assessment of each of the aspects, several evaluation parameters are taken into account, which may be of a quantitative or qualitative nature. The process comprises four phases: self-assessment; evaluation; harmonization; homologation. The final evaluation is expressed in qualitative terms, according to the final classifications obtained by application of the criteria defined in the regulation, in the following terms: excellent, relevant, sufficient, inadequate.

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

https://www.mat.uc.pt/~dir_dep/RADDUCUP.pdf

4.2. Pessoal Não Docente

4.2.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Não há qualquer elemento não docente especialmente afeto a este ciclo de estudos. Todo o pessoal não docente dos Departamentos e Centros envolvidos e dos Serviços Centrais da UC e da UP dará o seu apoio às necessidades específicas dos alunos deste curso.

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

There is no non-academic staff specially affected to this study cycle. UC's and UP's non-academic staff will support any students' requirements whenever necessary.

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

Cerca de 90% do pessoal não docente dos Serviços Centrais da Universidade tem o grau de licenciatura. Nos serviços departamentais há alguns técnicos superiores e técnicos de informática (com uma licenciatura) e assistentes administrativos.

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

About 90% of Central Services non academic staff, have a Licenciatura degree. The Departments' non-academic staff includes some high level technicians (with a licenciatura) such as informatics technicians, and administrative assistants.

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

A avaliação do desempenho do pessoal não docente é realizada através do Sistema integrado de gestão e avaliação do desempenho na Administração Pública - SIADAP, estabelecido pela Lei n.º 66-B/2007, de 28/12, que integra a avaliação do desempenho dos Serviços, dos Dirigentes e dos Trabalhadores. O processo de avaliação do desempenho dos trabalhadores consubstancia-se na definição de parâmetros e metas, no acompanhamento do desempenho e na mensuração deste, considerando não apenas as funções do trabalhador, mas também o seu desenvolvimento profissional. A diferenciação dos desempenhos é garantida pela fixação de percentagens máximas para os níveis de avaliação mais elevados. Uma plataforma informática, concebida para o efeito, tem permitido gerir o processo com bastante rigor, facilitando a articulação integrada, nas diversas fases, das atuações de todos os intervenientes, sem descurar a dimensão e as características intrínsecas das duas Universidades.

4.2.3. Procedures for assessing the non-academic staff performance.

The evaluation of non-teaching staff performance is accomplished through an Integrated Management and Performance Evaluation System of the Public Administration, established by the law 66-B/2007, which integrates the assessment of the services', managers' and workers' performances. This evaluation process sets some parameters and goals, measures the performance follow up, considering not only the worker functions, but also his professional development. The performance differentiation is guaranteed by the setting of maximum percentages for the highest evaluation levels. A computer platform, designed for the purpose, has allowed to manage the process with great accuracy, facilitating the integrated articulation, in the several phases, of all personal performances, without neglecting the dimension and the intrinsic characteristics of the two Universities.

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

A formação do pessoal não docente visa, fundamentalmente, dotar o trabalhador dos conhecimentos e competências necessários às funções que desempenha, mas também ao seu desenvolvimento profissional e pessoal.

O levantamento das necessidades de formação é realizado a partir de diversas fontes, nomeadamente de inquéritos sobre necessidades de formação, da informação recolhida em sede de avaliação do desempenho, de propostas e sugestões endereçadas pelos trabalhadores, atendendo sempre às áreas definidas como estratégicas pelo governo da Universidade. Habitualmente, o plano de formação congrega áreas muito diversas, como Gestão de Recursos Humanos, Contratação Pública, Gestão para a Qualidade, Atendimento e Comportamento Profissional, Tecnologias de Informação e Comunicação, Desenvolvimento de Competências de Liderança e Gestão de Equipas, Higiene e Segurança no Trabalho.

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

The training of non-teaching staff aims fundamentally to provide the worker with knowledge and skills considering the function they perform, but also their professional and personal development. The assessment of the training necessities is performed through several sources, namely training necessities surveys, information gathered in the performance evaluation head office, proposals and suggestions addressed by the workers and considering the areas defined as strategic by the government of the University. Usually, the training plan gathers different areas such as Human Resources Management, Public Hiring, Management for Quality, Reception and Professional Behavior, Information and Communication Technologies, Leadership Skills Development and Teams Management, Hygiene and Safety at Work.

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 e idade

5.1.1.1. Por Género**5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender**

Género / Gender	%
Masculino / Male	73
Feminino / Female	27

5.1.1.2. Por Idade**5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age**

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	10
24-27 anos / 24-27 years	70
28 e mais anos / 28 years and more	20

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)**5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)**

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º Ano / First Year	7
Tese / Thesis	23
	30

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 programme's demand**

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	25	25	25
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	58	81	51
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	0	0	0
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	7	9	7
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	7	9	7

5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)**5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)**

O programa visa atrair estudantes que estão fortemente motivados para resolver problemas desafiantes em Matemática, de impacto e interesse dentro e fora das Ciências Matemáticas, num ambiente de investigação criativo e estimulante. Na definição do nosso candidato alvo somos rigorosos e inclusivos. Somos rigorosos, pois procuramos os estudantes mais talentosos, aqueles que possuem a capacidade intelectual, a motivação e a curiosidade necessários para ter sucesso na resolução de problemas matemáticos importantes. Somos inclusivos porque asseguramos a admissão de alunos com diferentes percursos académicos, diferentes níveis de formação matemática e diferentes origens, desde que estejamos convencidos do seu sucesso num verdadeiro programa de doutoramento de alto nível em Matemática.

São bem conhecidas as melhores práticas internacionais para a admissão de estudantes em programas de doutoramento, e o nosso programa segue-as estritamente, conformando-as ao chamado Processo de Bolonha da UE para os padrões e a qualidade das qualificações do ensino superior. Espera-se que os candidatos tenham completado 4-5 anos de estudos universitários sólidos em Matemática (um grau em Matemática ou num campo fronteiriço com uma sólida preparação matemática de base). Mais especificamente, espera-se que os candidatos tenham completado um mestrado (segundo ciclo de estudos superiores conforme o Processo de Bolonha) ou qualquer grau considerado equivalente a mestrado.

Temos a possibilidade de admitir candidatos excepcionalmente talentosos que não tenham o grau universitário requerido desde que o seu CV ateste da sua qualidade e capacidade de acompanhar as exigências do ciclo de estudos. Esse mecanismo raramente é usado na prática, mas a sua possibilidade assegura-nos a não exclusão de um forte candidato (alguém que, por exemplo, já participou em projectos sérios de investigação em Matemática) com base num grau académico incompleto.

5.1.4. Adicional information about the students' characterisation (information about the students' distribution by the branches)

The program targets at attracting students who are strongly motivated to solve challenging problems in Mathematics, of impact and interest inside and outside the Mathematical Sciences, in a creative and stimulating research environment. In defining our target candidate we are both strict and inclusive. We are strict since we look for the most talented students, to those who have the intellectual ability, drive, and curiosity needed to develop mathematical intuition and succeed in problem solving. We are inclusive because we consider the admission of students with different academic paths and different levels of mathematical background and of different origins, as long as we are convinced of their capability to perform well in a genuine high-level PhD program in Mathematics.

There are known best international practices for admission of students in PhD programs, and our program follows them closely, conforming them to the so-called EU Bologna Process for standards and quality of higher education qualifications. Candidates are expected to have completed 4-5 years of solid university studies in Mathematics (a degree in Mathematics or in a related field with a strong basic mathematical preparation). More specifically, candidates are expected to have completed a Master Degree (second cycle of higher studies conformed to the Bologna Process) or any degree considered equivalent to it. The two universities provide us with the possibility of admitting exceptionally talented candidates with no formal university degree in Mathematics as long as their CV prove their quality and ability to keep up with the requirements of this cycle of studies. Such a mechanism is rarely used in practice but its existence assures us that we would not exclude a great candidate (someone who has for instance already engaged serious research in Mathematics) on the basis of an incomplete academic degree.

5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

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

A UC, através da Divisão de Aconselhamento e Integração dos Serviços de Ação Social, mais concretamente do Núcleo de Integração e Aconselhamento, presta apoio psicopedagógico aos estudantes da UC e apoio no âmbito das necessidades educativas especiais em articulação com os órgãos de gestão da UC/UO. A Universidade do Porto dispõe de um gabinete análogo, com os mesmos objectivos. Em particular, o Gabinete de Apoio ao Estudante, da FPCE, dá não só resposta aos estudantes desta faculdade como apoia todos os outros e demais estruturas da UC, sempre que solicitado, particularmente nas seguintes áreas: apoio psicológico e psicopedagógico, aconselhamento de carreira.

A Comissão Coordenadora do Programa acompanha e aconselha os estudantes na sua escolha das disciplinas e supervisores de tese.

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

The Coimbra University, through the Division of Counseling and Social Action Integration's Services, namely through the Center for Integration and Counseling, provides educational psychological support to students at UC and also support within the special educational needs, in conjunction with the management bodies of the UC / UO. The University of Porto has a similar office, with the same goals. In particular, the Student Support Office, from the Faculty of Psychology and Educational Sciences, provides support not only to his students but also to every other student, staff and university services, when requested, especially in the areas of psychological support and career counseling.

The Steering Committee of the Program follows closely the integration of the admitted students, helping them choosing the courses and the thesis supervisor.

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

As Divisões de Relações Internacionais da UC e UP prestam apoio a todos os estudantes internacionais no processo de mudança para Portugal e na sua instalação em Coimbra ou Porto.

Um conjunto alargado de iniciativas científicas, culturais, desportivas e de fóruns de discussão constituem suportes importantes para esse processo de integração, numa parceria tão estreita quanto necessária entre Reitoria, Unidades Orgânicas e Associações de Estudantes.

A Escola de Verão que o programa organiza em Setembro, antes do início do semestre, serve também de recepção aos novos alunos e sua integração com os alunos de anos anteriores.

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

The International Offices of UC and UP provide support to all international students in the process of moving to Portugal and settling in Coimbra or Porto. The 'Buddy program' is a precious help to those who have just arrived and do not speak Portuguese.

A wide range of scientific, cultural and sports initiatives, as well as debate forums, constitute an important support to the integration process, in a close partnership between the Rectory, the organic units and Students Unions.

The Summer School that the program organizes in September, before the beginning of the semester, also serves as a welcome reception for the new students and their integration with students of previous years.

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

As universidades dispõem de uma estrutura ramificada e próxima dos estudantes que lhes permite dar resposta às suas necessidades no aconselhamento sobre possibilidades de financiamento e emprego, além dos gabinetes de Planeamento, Saídas Profissionais, Transferências do Saber e Promoção da Investigação, que dão apoio central e transversal a toda a academia nestes domínios de forma bastamente articulada e concertada. Estas estruturas são ainda complementadas com os núcleos de estudantes das Associações Académicas para a realização de algumas iniciativas específicas.

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

The Universities have a branched structure to counsel the students about funding and employment possibilities, besides the offices for Careers Service, Innovation and Transfer of Knowledge, and Promotion of Research, that provide a central support within these fields in a well-articulated and concerted way. These structures are also complemented with the students' cores of the Students Unions to promote some specific initiatives.

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

Atendendo aos critérios de qualidade da UC e da UP, são promovidos anualmente inquéritos focalizados em aspectos gerais do funcionamento do Programa. Não sendo o número de alunos inscritos em cada disciplina suficiente para garantir o anonimato das respostas, não são promovidos inquéritos dirigidos ao funcionamento de cada unidade curricular. Estão previstos diferentes mecanismos para suprir esta limitação. O primeiro é o diálogo entre os elementos do corpo docente e os estudantes, pois o número reduzido de estudantes propicia um diálogo próximo. Adicionalmente, promovem-se reuniões regulares entre a Comissão Coordenadora do Programa, os representantes dos estudantes (primeiro ano e estudantes em tese) e o responsável pelo Seminário, com o intuito de identificar problemas e introduzir contínuos melhoramentos.

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

Following the criteria of the Universities of Coimbra and Porto surveys focusing on general aspects of the Program have been promoted since 2012. As the number of enrolled students in each curricular unit is not enough to guarantee the anonymity of the responses specific surveys within each curricular unit are not promoted. However other mechanisms are expected to circumvent this drawback. The first is the dialogue between the members of the faculty and the relatively small number of students. Furthermore, there are regular meetings between the Steering Committee, the representatives of students (first year and students in thesis) and the Seminar coordinator, with the goal of identifying problems and seeking solutions and continuous improvements.

Besides, the informal consultation with students, from which the Steering Committee collects information in an informal way, is naturally taken into account in developing strategies for improving the process of teaching and learning.

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

n/a

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

n/a

6. Processos

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

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

O programa visa graduar os estudantes de doutoramento, fortalecendo os seus conhecimentos matemáticos, expondo-os a Matemática de ponta, atraindo-os para desafiar problemas de alto interesse e impacto e treinando-os para fazer investigação de qualidade em Matemática, de forma autónoma e bem sucedida.

Espera-se que no final do ciclo de estudos os estudantes sejam capazes de apresentar uma tese de doutoramento bem estruturada, num qualquer tópico actual de investigação em Matemática, contendo um conjunto coerente e significativo de resultados originais em Matemática, de nível bastante para serem aceites para publicação em revistas internacionais de prestígio da área de especialização do trabalho.

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 program aims at graduating PhD students by strengthening their mathematical background, exposing them to cutting edge Mathematics, enticing them to challenging problems of high interest and impact, and training them to do research in an autonomous and successful way.

It is expected that at the end of this cycle of studies the students will be able to present a well-structured doctoral thesis on some current research topic in Mathematics, containing a coherent and significant set of original results in Mathematics, of a level enough to be accepted for publication in some reputed international journal in the corresponding area of research.

6.1.2. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a atualização científica e de métodos de trabalho.

O programa foi criado em 2007 e tem atraído desde então estudantes da Europa, Ásia, América Central e do Sul, África, além de Portugal. Durante os primeiros anos, era o único programa de doutoramento em matemática no país. O programa iniciou agora a sua 10ª edição com um novo plano de estudos para o seu ano curricular, fruto de uma reestruturação cuja discussão se iniciou há três anos atrás no seio da Comissão Coordenadora, estendida posteriormente às Comissões Científicas de ambos os departamentos. Esta revisão curricular teve como primeiros objectivos respeitar as actuais exigências académicas de ambas as universidades e poder adaptar-se mais facilmente a eventuais variações na procura estudantil. Em particular, inclui agora uma disciplina intitulada "Novas Direcções em Matemática" para acomodar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um ou mais tópicos relevantes na investigação actual em matemática, não cobertos pelas restantes disciplinas.

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

The program was created back in 2007 and has since attracted students from Europe, Asia, Central and South America, Africa, as well as Portugal. During the early years, it was the only doctoral program in mathematics in the country. The program has now launched its 10th edition with a new plan of its curricular year, which is the result of a curricular update whose discussion began three years ago within the Steering Committee, later extended to the Scientific Commissions of both departments. This curricular revision had as its first goals to respect the current academic requirements of both universities and to be able to adapt more easily to possible variations in students demand. In particular, it now includes a course entitled "New Trends in Mathematics" to

accommodate a course lectured by a visiting professor or the teaching of one or more relevant topics in current mathematics research not covered by the remaining courses.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares

Mapa X - Álgebra Fundamental / Fundamental Algebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Fundamental / Fundamental Algebra

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Manuel Delgado

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Alexander Kovacec (kovacec@mat.uc.pt), António Leal Duarte (leal@mat.uc.pt), Jorge Almeida (jalmeida@fc.up.pt), Jorge Picado (picado@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos gerais sobre Álgebra Abstrata a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Matemática, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Abstract Algebra at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Mathematics, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Ações de grupos, teoria de Sylow. Grupos nilpotentes e grupos solúveis. Grupos livres e apresentações. Grupos de Lie e grupos algébricos. Grupos com operadores. Anéis e módulos. Formas normais de Hermite, Smith e Jordan para matrizes. Teoria de Wedderburn. Representações lineares de grupos. Anéis de polinómios e teoria de factorização. Extensões de corpos. Teoria de Galois. Normas, traços e discriminantes. Teoria de ideais em anéis comutativos. Anéis de inteiros. Domínios de Dedekind. Conjuntos algébricos e teorema dos zeros de Hilbert. O programa cobrirá a maior parte destes tópicos. Dependendo da formação e interesses dos alunos, alguns tópicos poderão ser desenvolvidos de forma consideravelmente mais detalhada que outros.

6.2.1.5. Syllabus:

Group actions, Sylow theory. Nilpotent and solvable groups. Free groups and presentations. Lie groups and algebraic groups. Groups with operators. Rings and modules. Hermite, Smith and Jordan normal forms for matrices. Wedderburn theory. Linear representations of groups. Polynomial rings and factorization theory. Field extensions. Galois theory. Norms, traces and discriminants. Ideal theory in commutative rings. Rings of integers. Dedekind domains. Algebraic sets and Hilbert's Nullstellensatz.

The program will cover most of the above topics. Depending on the background and interests of the students, some topics may be developed in considerably more depth than others.

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

Os tópicos escolhidos cobrem os aspectos principais da Álgebra Abstrata clássica e devem fazer parte da bagagem cultural dum doutorado em Matemática que pretenda usar a álgebra como instrumento.

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

The chosen topics cover the main aspects of classical Abstract Algebra and should be part of the cultural background of a doctorate in Mathematics who intends to use algebra as tool.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm caráter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos (porventura com uma componente computacional) ou apresentações orais.

Avaliação:

Resolução de problemas 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required

the solution of exercises, course projects (possibly with a computational component) or oral presentations.

Evaluation:

Problem resolving report: 100%

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D.S. Dummit and R.M. Foote, Abstract Algebra, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2004.

P.A. Grillet, Abstract Algebra, 2nd edition, Graduate Texts in Mathematics, vol. 242, Springer, New York, 2007.

I.M. Isaacs, Algebra: a Graduate Course, Graduate Studies in Mathematics, vol. 100, AMS, 1994.

Mapa X - Análise Funcional / Functional Analysis

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise Funcional / Functional Analysis

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Semyon Yakubovich

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

José Carlos Petronilho (josep@mat.uc.pt), José Ferreira Alves (jfalves@fc.up.pt), José Miguel Urbano (jmurb@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos gerais sobre Análise Funcional e Teoria da Medida a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Matemática, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Functional Analysis and Measure Theory at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Mathematics, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Espaços métricos completos. Teorema do ponto fixo. Teorema das bolas encaixadas. Teorema de Baire. Compacidade: definições equivalentes. Teorema de Arzela-Ascoli. Espaços normados e aplicações lineares: Espaços de Banach. Espaços de aplicações lineares contínuas. Espaço dual. Adjunta. Desigualdade de Cauchy-Schwarz. Lei do paralelogramo. Ortogonalização. Espaços de Hilbert. Séries de Fourier. Desigualdade de Bessel. Igualdade de Parseval. Teorema de Riesz-Fisher. Teorema de Hahn-Banach. Função de Minkowski. Teoremas de separação. Forma geral de funcionais lineares: funcionais nos espaços de sucessões; em espaços de Hilbert. Reflexibilidade. Teorema de Riesz. Convergência fraca num espaço normado e no seu dual. Teorema de Banach-Steinhaus. Compacidade no espaço dual. Espaços vectoriais topológicos: Teorema de Kolmogorov. Topologias fracas. Teorema de Banach de aplicação inversa. Aplicações compactas simétricas: Teorema de Hilbert. Teoria de Fredholm.

6.2.1.5. Syllabus:

Complete metric spaces. Fixed point theorem. Theorem of embedded balls. Baire theorem. Compactness: equivalent definitions. Arzela-Ascoli theorem. Normed linear spaces and applications: Banach spaces. Spaces of continuous linear applications. Dual space. Cauchy-Schwarz inequality. Parallelogram law. Orthogonalization. Hilbert spaces. Fourier series. Bessel's inequality. Parseval equality. Riesz-Fisher theorem. Hahn-Banach theorem. Minkowski function. Separation theorems. General form of linear functionals: functional in spaces of sequences; in Hilbert spaces. Riesz theorem. Weak convergence in a normed space and its dual. Banach-Steinhaus theorem. Compactness in the dual space. Topological vector spaces: Theorem of Kolmogorov. Weak topologies. Banach theorem of the inverse. Symmetric compact applications: Hilbert's Theorem. Fredholm theory.

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

Os tópicos escolhidos cobrem os aspectos principais de Análise Funcional e Teoria da Medida clássica e devem fazer parte da

bagagem cultural dum doutorado em Matemática que pretenda usar a análise funcional como instrumento.

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

The chosen topics cover the main aspects of classical Functional Analysis and Measure Theory and should be part of the cultural background of a doctorate in Mathematics who intends to use functional analysis as tool.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm caráter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos ou apresentações orais.

Avaliação:

Resolução de problemas: 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects or oral presentations.

Evaluation:

Problem resolving report: 100%

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A.N. Kolmogorov and S.V. Fomin, Elementos da Teoria das Funções e de Análise Funcional, Mir, Moscou, 1982.

J-P. Aubin and I. Ekeland, Applied Nonlinear Analysis, John Wiley & Sons, New York, 1984.

Mapa X - Matemática Computacional / Computational Mathematics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Matemática Computacional / Computational Mathematics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Augusto Mendes Ferreira (ferreira@mat.uc.pt)

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Adérito Araújo (alma@mat.uc.pt), Ercília Sousa (ecs@mat.uc.pt), Luís Nunes Vicente (Inv@mat.uc.pt), Paulo Beleza Vasconcelos (pjbv@fep.up.pt), Sílvia Barbeiro (silvia@mat.uc.pt), Sílvio Gama (smgama@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos gerais sobre Análise e Optimização Numérica a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Matemática, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Numerical Analysis and Optimization at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Mathematics, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Breve revisão dos princípios da computação numérica e da resolução numérica de sistemas de equações lineares. Interpolação e integração numérica multidimensional.

*Breve introdução aos sistemas de equações não lineares e minimização de funções sem restrições.
Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias.
Breve introdução às soluções numéricas de EDPs.*

6.2.1.5. Syllabus:

*A brief review of the principles of numerical computation and numerical solution of systems of linear equations.
Multidimensional numerical interpolation and integration.
A brief introduction to systems of nonlinear equations and minimization of unconstrained functions.
Numerical solution of ordinary differential equations.
A brief introduction to the numerical solutions of PDEs.*

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

Os tópicos escolhidos cobrem os aspectos principais da Análise e Optimização Numérica e devem fazer parte da bagagem cultural dum doutorado em Matemática que pretenda usar a análise numérica como instrumento.

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

The chosen topics cover the main aspects of Numerical Analysis and Optimization and should be part of the cultural background of a doctorate in Mathematics who intends to use numerical analysis as tool.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm caráter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos (porventura com uma componente computacional) ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 75%

Resolução de problemas: 25%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects (possibly with a computational component) or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 75%

Problem resolving report: 25%

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

G. Dahlquist and Å. Björck, Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM, Philadelphia, 2008.

M.T. Heath, Scientific Computing: An Introductory Survey, 2nd edition, McGraw-Hill, New York, 2002.

A. Quarteroni, R. Sacco, and F. Saleri, Numerical Mathematics, 2nd edition, Springer-Verlag, New York, 2007.

Mapa X - Probabilidades e Processos Estocásticos / Probability and Stochastic Processes

6.2.1.1. Unidade curricular:

Probabilidades e Processos Estocásticos / Probability and Stochastic Processes

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Eduardo Oliveira

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Jorge Miguel Milhazes de Freitas (jmfreira@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos gerais sobre Probabilidades e Processos Estocásticos a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Matemática, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Probability and Stochastic Processes at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Mathematics, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**1 Preliminares****1.1 Espaços de probabilidade****1.2 Integração****1.3 Continuidade absoluta****1.4 Noções de convergência e Teorema de Slutsky****2 Variáveis aleatórias e processos estocásticos****2.1 Distribuições e representação de Skhorokhod****2.2 Teorema da existência de Kolmogorov****2.3 Independência****2.4 Lemas de Borel-Cantelli****2.5 Lei 0-1 de Kolmogorov****2.4 Esperança condicional****3 Martingalas****3.1 Definições e propriedades****3.2 Tempos de paragem e desigualdades****3.3 Teorema de convergência das (sub)martingalas****3.4 Teorema do limite central****3.5 * Aplicação a processos estacionários mistos (a aproximação de Gordin)****4 Movimento Browniano****4.1 Continuidade de caminhos e sua irregularidade****4.2 Propriedade forte de Markov e princípio da reflexão****4.3 Imersão de Skorohod****5 Convergência fraca****5.1 Teorema de Portmanteau****5.2 Teorema de de Prokhorov****5.3 Convergência fraca em $C[0,1]$** **5.4 Teorema de Donsker e princípio da Invariância****6.2.1.5. Syllabus:****1 Preliminaries****1.1 Probability spaces****1.2 Integration****1.3 Absolute continuity****1.4 Notions of convergence and Slutsky's theorem****2 Random variables and Stochastic processes****2.1 Distributions and Skhorokhod's representation****2.2 Kolmogorov's existence theorem****2.3 Independence****2.4 Borel-Cantelli Lemmas****2.5 Kolmogorov's 0-1 Law****2.4 Conditional expectation****3 Martingales****3.1 Definitions and properties****3.2 Stopping times and inequalities****3.3 (Sub)martingale convergence theorem****3.4 Central limit theorem****3.5* Application to mixing stationary processes (the Gordin approximation)****4 Brownian motion****4.1 Continuity of paths and their irregularity****4.2 Strong Markov property and reflection principle****4.3 Skorohod's Embedding****5 Weak convergence****5.1 Portmanteau theorem****5.2 Tightness and Prokhorov's theorem****5.3 Weak convergence in $C[0,1]$** **5.4 Donsker's theorem and Invariance principle****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

Os tópicos escolhidos cobrem os aspectos principais de Probabilidades e Processos Estocásticos e devem fazer parte da bagagem cultural dum doutorado em Matemática que pretenda usar probabilidades como instrumento.

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

The chosen topics cover the main aspects of Probability and Stochastic Processes and should be part of the cultural background of a doctorate in Mathematics who intends to use probability as tool.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm caráter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos (porventura com uma componente computacional) ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 50-60%

Frequência: 40-50%

A avaliação poderá ainda incluir uma percentagem atribuída à resolução de problemas.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects (possibly with a computational component) or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 50-60%

Midterm exam: 40-50%

Assessment might also include some contribution from home problem solving.

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

P. Billingsley, Probability and Measure, 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1995.

P. Billingsley, Convergence of Probability Measures, 2nd edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1999.

J.F.C. Kingman and S.J. Taylor, Introduction to Measure and Probability, Cambridge University Press, London, 1966.

D.W. Stroock, Probability theory, an analytic view, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

S.R.S. Varadhan, Probability theory, Courant Lecture Notes in Mathematics, vol. 7, New York University, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York; American Mathematical Society, Providence, RI, 2001.

S.R.S. Varadhan, Stochastic Processes, Courant Lecture Notes in Mathematics, vol. 16, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York; American Mathematical Society, Providence, RI, 2007.

Mapa X - Variedades Diferenciáveis / Differentiable Manifolds

6.2.1.1. Unidade curricular:

Variedades Diferenciáveis / Differentiable Manifolds

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Peter Beier Gothen

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Joana Nunes da Costa (jmcosta@mat.uc.pt), Raquel Caseiro (raquel@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos gerais sobre Variedades Diferenciáveis a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Matemática, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Differentiable Manifolds at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Mathematics, or at least attain enough

familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Variedades diferenciáveis: estrutura local, subvariedades, Teorema de Sard, transversalidade, campos de vetores e fluxos. Noção de fibrado, fibrados tangente e cotangente de uma variedade. Derivada de Lie de campos de vetores. Álgebras de Lie. Grupos de Lie (clássicos). Espaços homogêneos. Formas diferenciais, derivada exterior. Formas simpléticas. Integração em variedades. Teorema de Stokes.

Pode ainda ser abordados um ou mais dos seguintes tópicos adicionais:

- *Variedades de riemannianas. Curvatura. Espaços simétricos. Exemplos clássicos.*
- *Cohomology de Rham, cohomology singular e teorema de Rham.*
- *Grau de uma aplicação. Índice de um campo de vetores. Aplicações.*
- *Distribuições. Teoremas de Frobenius e Stefan- Sussmann.*

6.2.1.5. Syllabus:

Differentiable manifolds: local structure, submanifolds, Sard's Theorem, transversality, vector fields and flows. Fibre bundles, tangent and cotangent bundles of a manifold. Lie derivative of vector fields. Lie algebras. Lie groups (classical). Homogeneous spaces. Differential forms, exterior derivative. Symplectic forms. Integration on manifolds. Stokes' theorem. One or more of the following additional topics may also be covered:

- *Riemannian manifolds. Curvature. Symmetric spaces. Classical examples.*
- *de Rham cohomology, singular cohomology and de Rham's theorem.*
- *Degree of a map. Index of a vector field. Applications.*
- *Distributions. Frobenius and Stefan-Sussmann theorems.*

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

Os tópicos escolhidos cobrem os aspectos principais de Topologia Geral e Teoria das Variedades Diferenciáveis e devem fazer parte da bagagem cultural dum doutorado em Matemática que as pretenda usar como instrumento.

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

The chosen topics cover the main aspects of General Topology and Theory of Differentiable Manifolds and should be part of the cultural background of a doctorate in Mathematics who intends to use it as tool.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm carácter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 67%

Frequência: 33%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 67%

Midterm exam: 33%

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. Barden and C. Thomas, An Introduction to Differential Manifolds, Imperial College Press, London, 2003.

J. Lafontaine, An Introduction to Differential Manifolds, Springer, 2015.

M.W. Hirsch, Differential Topology, Corrected reprint of the 1976 original, Graduate Texts in Mathematics, vol. 33, Springer-Verlag, New York, 1994.

J.M. Lee, Riemannian manifolds: An introduction to Curvature, Graduate Texts in Mathematics, vol. 176, Springer-Verlag, New York, 1997.

J. W. Milnor, Topology from the differentiable viewpoint, Based on notes by David W. Weaver, Revised reprint of the 1965 original,

Princeton Landmarks in Mathematics, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.

Mapa X - Seminário / Seminar

6.2.1.1. Unidade curricular:

Seminário / Seminar

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ana Paula Dias

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Qualquer docente do Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática | Any faculty member of the PhD Program in Mathematics

S - Seminário – 30h | S - Seminar – 30h

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

Pretende-se que os estudantes tenham um primeiro contacto com as atividades de investigação desenvolvidas pelos docentes do Programa de Doutoramento, quer assistindo a exposições dos docentes e investigadores quer sendo solicitados para a apresentação de pequenas contribuições.

A unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de formular e resolver problemas; expressões escrita e oral rigorosas e claras. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma, de investigação e de comunicação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal is to give students the opportunity to have a first contact with the research activity developed by the PhD Program faculty. This is achieved by attending seminars delivered by teachers and researchers and also by giving talks in seminar sessions.

The Seminar course aims to develop the following skills: knowledge of mathematical results; ability to formulate and solve problems; ability to communicate well and clearly, in speaking and writing. On the personal level it also allows to develop self-learning, research and communication skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa será estabelecido pelos orientadores do Seminário.

6.2.1.5. Syllabus:

The program will be established by the Seminar course advisers.

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

O tema do Seminário deve ser apropriado a um ano curricular de um programa de doutoramento em Matemática.

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

The topic of the seminar course must be appropriate for a curricular year of a Mathematical PhD program.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Espera-se que o estudante frequente seminários dados pelos professores ou outros eventos relacionados. Haverá atribuição de um tema para estudo com indicações bibliográficas. O trabalho do estudante, acompanhado regularmente pelo orientador, consistirá na leitura, estudo, discussão e apresentação do tema atribuído.

A avaliação tem dois resultados possíveis: Aprovado e Não Aprovado.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The student is expected to attend seminars given by faculty or related events. A seminar topic and a list of references will be given. The work of the student will consist of reading, studying, discussing and presenting the topic, under the regular guidance of the Seminar adviser.

The assessment has two possible outcomes: Approved and Non Approved.

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

Espera-se que a actividade desenvolvida conduza a uma integração sólida no programa e a uma escolha mais bem informada sobre o tópico de investigação no projecto de tese do segundo semestre.

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

It is hoped that the developed activity leads to a solid integration in the program and an informed choice of the research topic for the thesis project of the second semester.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Capítulos de livros. Artigos de investigação.
Book chapters. Research papers.*

Mapa X - Álgebra Linear Numérica / Numerical Linear Algebra**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Álgebra Linear Numérica / Numerical Linear Algebra

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Beleza Vasconcelos

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Adérito Araújo (alma@mat.uc.pt), Sílvia Barbeiro (silvia@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Este curso pretende dar uma visão geral da álgebra linear numérica e descrever as principais noções teóricas e algoritmos usados na resolução de sistemas lineares, problemas de mínimos quadrados ou problemas de valores próprios. Também serão abordadas as questões de estabilidade e precisão e alguns problemas que surgem na computação de alto desempenho. As principais competências a desenvolver são: capacidade de análise e síntese; competência em comunicação oral e escrita; competência para resolver problemas; competência em trabalho num contexto internacional; competência em aprendizagem autónoma; adaptabilidade a novas situações; criatividade; competência em investigar; espírito crítico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course gives an overview of numerical linear algebra and describes the main theoretical notions and algorithms used in matrix computations for solving linear systems, linear least squares problems or eigenvalue problems. It also addresses the issue of stability and accuracy in scientific computing and some challenges encountered in high-performance computing with the advent of new computer architectures.

The main skills to be developed are: capacity for analysis and synthesis; competence in oral and written communication and problem-solving; competence in working in an international context; autonomous learning; adaptability to new situations; creativity; competence to research; critical thinking.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Decomposições matriciais. Condicionamento e estabilidade. Aritmética de vírgula flutuante. Análise de erros. Sistemas de equações. Eliminação de Gauss com escolha de "pivot". Fatorização de Cholesky. Análise de estabilidade. Sistemas de grandes dimensões. Técnicas de matrizes esparsas. Métodos iterativos baseados em subespaços de Krylov: método do Gradiente Conjugado, método GMRES, métodos de biortogonalização (BiCG e BICGstab). Convergência e propriedades espectrais. Precondicionamento. Valores próprios de problemas de grande dimensão. Redução a formas Hessenberg ou tridiagonais. Quociente de Rayleigh e iteração inversa. Algoritmo QR. Métodos de Lanczos (caso simétrico) e de Arnoldi (caso não simétrico).

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction. Matrix decompositions. Conditioning and stability. Floating point arithmetic. Error analysis. Systems of equations. Gaussian elimination with pivoting strategies. Cholesky factorization. Stability analysis. Large systems of equations. Sparse matrix techniques. Iterative methods based on Krylov subspaces: Conjugate Gradients, GMRES, Biorthogonalization methods (BiCG and BICGstab). Convergence and spectral properties. Preconditioning Eigenvalues. Reduction to Hessenberg or tridiagonal forms. Rayleigh quotient and inverse iteration. QR algorithm. Lanczos iteration (symmetric case) and Arnoldi iteration (non symmetric case).

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

Os tópicos desenvolvidos na unidade curricular constituem o núcleo fundamental da Álgebra Linear Numérica. Os conteúdos programáticos serão dados de um ponto de vista avançado.

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

The topics developed in this curricular unit set the fundamental core of Numerical Linear Algebra. The programmatic contents will be addressed to an advanced level.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com apresentação detalhada dos assuntos, destacando a forte interação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática.

Avaliação:

Exame: 20%

Frequência: 20%

Resolução de problemas: 20%

Trabalho de Investigação: 20%
Trabalho de síntese; 20%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes with detailed presentation of the subjects, highlighting the strong interaction between theoretical concepts and their practical application.

Evaluation:

Exam: 20%

Midterm exam: 20%

Problem resolving report: 20%

Research work: 20%

Synthesis work: 20%

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

A estratégia e o método de ensino adoptado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias leccionadas nas aulas teóricas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese. Será dada grande ênfase no trabalho autónomo para a aquisição de conhecimentos e compreensão de conceitos e métodos. Com o intuito de concretizar e tornar mais apelativos os conceitos teóricos apresentados será adoptado o ambiente de programação MatLab como ferramenta de computação.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature. With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis. Will be given strong emphasis on independent work to acquire knowledge and understanding of concepts and methods. In order to make our presentation concrete and appealing we will adopt the programming environment MatLab as computational tool.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J.W. Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.

J.J. Dongarra, I.S. Du, D.C Sorensen, and H.A Van der Vorst, Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers, SIAM, 1998.

G.H. Golub and C.F. Van Loan, Matrix Computations, John Hopkins University Press, 2013.

N.J. Higham, Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, 2002.

C.D. Meyer, Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, 2000.

L.N. Trefethen and D. Bau, Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.

Mapa X - Álgebra Não Comutativa / Non Commutative Algebra

6.2.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Não Comutativa / Non Commutative Algebra

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Christian Edgar Lomp

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

António Machiavelo (ajmachia@fc.up.pt), Paula Carvalho (pbcarval@fc.up.pt), Samuel Lopes (slopes@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos sobre Álgebra Não Comutativa a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Álgebra, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Noncommutative Algebra at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Algebra, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa variará de ano para ano, mas terá por base os seguintes tópicos:

- Anéis de divisão: os quatérnions e a construção de Cayley-Dickson.

- A teoria de Wedderburn-Artin: anéis de matrizes sobre anéis de divisão e módulos semi-simples.
 - Produto tensorial e categorias.
 - Álgebras definidas por geradores e relações.
 - Álgebras simples: álgebras de Weyl, álgebras simples e centrais, o grupo de Brauer.
- Os tópicos seguintes constituem uma lista (incompleta) de outros possíveis tópicos a incluir:
- Anéis de polinómios não comutativos: extensões de Ore, anéis de operadores diferenciais.
 - Álgebras e Lie e as suas álgebras envolventes
 - Aspectos básicos das álgebras de Hopf: álgebras de Frobenius, o Teorema de Maschke, Álgebras de Hopf Noetherianas.
 - Teoria de anéis Noetherianos: localização não comutativa e Teorema de Goldie.
 - Factos básicos de álgebra homológica.

6.2.1.5. Syllabus:

The syllabus will vary from year to year but the core syllabus is

- Division rings: Quaternions, Cayley-Dickson construction
- Wedderburn-Artin Theory: matrix rings over division rings and semisimple modules
- Tensor products and categories
- Algebras presented by generators and relations
- Simple algebras: Weyl algebras, central simple algebras, Brauer group

Further topics (an uncomplete list):

- Non-commutative polynomial rings: skew-polynomial rings, differential operator algebras
- Lie algebras and their enveloping algebras
- basic facts on Hopf algebras: Frobenius algebras, Maschke theorem, Noetherian Hopf algebras
- Noetherian ring theory: non-commutative localization and Goldie's theorem
- basic facts of homological algebra

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

Enquanto em álgebra comutativa se generalizam propriedades essenciais dos números e das funções, as álgebras não comutativas aparecem naturalmente do estudo de famílias de transformações e de operadores em vários contextos da matemática, da física e de outros. Os quaterniões são uma destas álgebras. Outra álgebra não comutativa é a álgebra de Weyl, por vezes designada por "álgebra da mecânica quântica" uma vez que a sua estrutura codifica o Princípio da Incerteza. A álgebra de Weyl é também um anel de operadores diferenciais codificando aspetos algébricos de equações diferenciais. Os estudantes aprenderão vários métodos e técnicas de álgebra não comutativa. Serão evidenciados exemplos interessantes, construções chave e classes importantes de álgebras não comutativas e das suas ações em espaços vectoriais.

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

While commutative algebra captures and generalizes the essential properties of numbers and functions, noncommutative algebra enters naturally when studying collections of transformations and operators in diverse contexts throughout mathematics, physics and beyond. One of the most fundamental such algebras is the quaternions. Another is the Weyl algebra: sometimes called the "algebra of quantum mechanics" since its structure encodes the Uncertainty Principle, and sometimes called a ring of differential operators since it encodes the algebraic aspects of differential equations. Students will learn some of the many methods and techniques in noncommutative algebra, highlighting interesting examples, key constructions, and important special classes of noncommutative algebras and their actions on linear spaces.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm carácter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 50%

Frequência: 40%

Outra: 10% (exercícios semanais)

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 50%

Midterm exam: 40%

Other: 10% (weekly exercises)

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar problemas e adquirir conhecimentos na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. As formas complementares da aprendizagem (resolução de exercícios, trabalhos escritos ou exposições orais) servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza no manuseamento de conceitos e na resolução de problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle problems and acquire knowledge in the area, as well as to give an overview of the different topics and interconnections among them. The complementary forms of learning (solution of exercises, course projects or oral presentations) serve to strengthen the understanding of the course material and to gain ability in handling concepts and solving problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*T.Y. Lam, A First Course in Noncommutative Graduate Texts Math, vol. 131, Springer, 2001.
 B. Farb and R.K. Dennis, Noncommutative Algebra, Graduate Texts Math, vol. 144. Springer, 1993.
 K.R. Goodearl and R.B. Warfield, Jr., An Introduction to Noncommutative Noetherian Rings, LMS Student Texts, vol. 61, Cambridge Univ. Press, 2004.
 D.S. Passman, A Course in Ring Theory, Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1991.
 J.C. McConnell and J.C. Robson, Noncommutative Noetherian Rings, Graduate Studies Math, vol. 30, AMS, Providence, RI, 2001.
 K. Erdmann and M. J. Wildon, Introduction to Lie algebras, Undergraduate Math Series, Springer, 2006.
 C. Kassel, Quantum groups, Graduate Texts Math, vol. 155, Springer, 1995.
 M. E. Sweedler, Hopf Algebras, W.A. Benjamin, Inc., 1969.
 S. Montgomery, Hopf Algebras and their Actions on Rings, CBMS Regional Conference Series Math, vol. 82, AMS, 1993.
 J. J. Rotman, An Introduction to Homological Algebra, Universitext, Springer, 2009.*

Mapa X - Análise Numérica e Simulação de EDPs / Numerical Analysis and Simulation of PDEs**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Análise Numérica e Simulação de EDPs / Numerical Analysis and Simulation of PDEs

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Augusto Ferreira

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Adérito Araújo (alma@mat.uc.pt), Ercília Sousa (ecs@mat.uc.pt), Paula de Oliveira (poliveir@mat.uc.pt), Sílvia Barbeiro (silvia@mat.uc.pt), Sílvio Gama (smgama@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Este curso avançado tem como objectivo o estudo, a partir de uma base matemática rigorosa, da teoria e aplicações de técnicas numéricas avançadas para equações com derivadas parciais estacionárias ou de evolução. Serão objecto de estudo técnicas de discretização fundamentais, a sua análise de erro e a sua estabilidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this advanced course is to provide a comprehensive study of theory and applications of modern numerical techniques for the solution of stationary and evolutionary partial differential equations. The course is built upon a rigorous mathematical basis and addresses fundamental discretization techniques, their error analysis and stability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Tópicos que poderão ser incluídos: equações elípticas/parabólicas lineares ou não-lineares, equações hiperbólicas, equações integro-diferenciais; métodos de diferenças finitas, volumes finitos, colocação espectral e Galerkin.

6.2.1.5. Syllabus:

Topics may include: linear and non-linear elliptic, parabolic equations, hyperbolic equations, integro-differential equations; finite difference and finite-volume schemes, spectral collocation and Galerkin-type methods.

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

Os tópicos escolhidos pretendem introduzir os estudantes aos aspectos principais da teoria, com uma perspectiva que lhes abra as portas à investigação na área.

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

The chosen topics are intended to introduce the students to the main aspects of the theory, with a perspective that open the door to do research in the area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são expositivas e incluem exemplos e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos. Os alunos realizam ao longo do semestre e fora das horas de contacto colectivo, pequenos projetos de natureza analítica e computacional que envolve a aplicação dos métodos estudados.

Ao longo do semestre os alunos dispõem de um tempo de orientação tutorial para esclarecimento dos problemas que tenham na aquisição de conhecimentos ou no desenvolvimento de competências necessárias para realizar os trabalhos.

Avaliação:

Exame: 75%

Resolução de problemas: 25%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are expository and include examples and exercises for applying the acquired knowledge. As homework the students solve analytical or computational problems that involve the application of the methods studied. During the semester students may use tutorial time to clarify their difficulties in grasping the theory and in gaining practical knowledge, as well as in the development of the necessary skills for the computational assignment.

Evaluation:

Exam: 75%

Problem resolving report: 25%

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar as técnicas matemáticas necessárias à resolução numérica de problemas diferenciais de derivadas parciais. As metodologias apresentadas nas aulas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos para casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos métodos e resultados analíticos estudados.

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

Classes allow the introduction, the discussion and the illustration of the mathematical techniques needed in the numerical computations. The methodologies taught in class are then applied by the students in their homework assignments, leading them to a better understanding of the methods and analytical results.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

B.S. Jovanovic and E. Süli, Analysis of Finite Difference Schemes For Linear Partial Differential Equations with Generalized Solutions, Springer Series in Computational Mathematics, vol. 46, Springer, London, 2014.

S.C. Brenner and L.R. Scott, The Mathematical Theory of Finite Element Methods, 3rd edition, Springer-Verlag, New York, 2008.

R.J. LeVeque, Numerical Methods for Conservation Laws, Birkhäuser, Zurich, 1992.

V. Thommée, Galerkin Finite Element Methods for Parabolic Problems, Springer Series in Computational Mathematics, vol. 25, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.

Mapa X - Análise de Séries Temporais / Time Series Analysis

6.2.1.1. Unidade curricular:

Análise de Séries Temporais / Time Series Analysis

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Nazaré Mendes Lopes

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Esmeralda Gonçalves (esmerald@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Desenvolver instrumentos matemáticos para descrever, analisar e prever sistemas estocásticos temporais. De modo a abranger o maior leque de séries reais são inicialmente analisados modelos lineares gerais. Em seguida são estudados processos não lineares tais como os modelos condicionalmente heteroscedásticos e bilineares adequados, em particular, a dados com forte variabilidade instantânea. Sistemas estocásticos de contagem são também considerados através do estudo de modelos recentes de séries temporais de valores inteiros. A adequação deste tipo de modelação a séries observadas é também um objetivo.

Esta unidade permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: formular e resolver problemas e conceção ou utilização de modelos matemáticos para situações reais; conhecimento de resultados matemáticos; generalização e abstracção e utilização de ferramentas computacionais. A nível pessoal permite desenvolver a investigação e a aprendizagem autónoma e o trabalho em equipa.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this course is to provide mathematical methodologies for describing, analysing and forecasting time random features. We begin by studying the general class of linear models which describe different types of data. The study of non-linear models, particularly adjusted for volatile data, is also another purpose of this course. Thus, we develop the study of conditionally heteroscedastic and bilinear processes. Counting stochastic systems are also considered, studying recent integer-valued time series models. Fitting this kind of modeling to real data is another goal of this class.

This course allows developing the following skills: ability to calculate; using computational tools; knowledge of mathematical results; ability to generalize and abstract; formulating and solving problems; design and use of mathematical models for real situations. On a personal level, it allows to develop individual initiative, teamwork, research and independent learning.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Séries temporais de valores reais. Modelação ARMA com erros condicionalmente heteroscedásticos: processos GARCH e

GTARCH de potência (definições gerais, estacionaridade, ergodicidade, momentos). Processos bilineares (breve referência). Séries temporais de valores inteiros. Operador thinning, processos INARMA e processos INGARCH (definições gerais, estacionaridade, ergodicidade, momentos). Análise estatística de séries temporais. Estimação, previsão e testes em alguns dos modelos estudados.

6.2.1.5. Syllabus:

Time series. ARMA modeling with conditional heteroskedastic errors: power GARCH and GTARCH processes (general settings, stationarity, ergodicity, moments). Bilinear processes (brief reference). Integer-valued time series. Thinning operator, INARMA and INGARCH stochastic processes (general settings, stationarity, ergodicity, moments). Statistical analysis of time series. Estimation, forecasting and testing in some of the models studied.

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

O objetivo principal é fornecer conhecimentos matemáticos e metodologias que permitam estudar fenómenos temporais estocásticos. Neste sentido, o programa percorre as principais modelações existentes na literatura iniciando-se com o estudo probabilista de modelos lineares e avançando em seguida para formulações recentes não lineares e modelos de séries temporais de valores inteiros. O estudo estatístico destas classes de modelos é também desenvolvido permitindo fundamentar a sua utilização prática. Um trabalho computacional permite a aplicação de todo este estudo ao tratamento de séries temporais observadas.

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

The main goal is to provide mathematical knowledge and methodologies for studying stochastic temporal phenomena. So, the course covers the main models referred in the literature, beginning by the probabilistic study of the linear ones and moving to recent non-linear formulations and integer-valued time series. Statistical analysis of these classes of models is also developed, validating its use in practice. A computational assignment allows applying the learned material to real data.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são expositivas e incluem exemplos e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos. Os alunos vão desenvolvendo um trabalho computacional sendo, sempre que o solicitam, apoiados nesse processo. Este trabalho envolve o tratamento de dados temporais observados, de natureza diversa.

Ao longo do semestre os alunos dispõem de um tempo de orientação tutorial para esclarecimento dos problemas que tenham na aquisição de conhecimentos ou no desenvolvimento de competências necessárias para realizar o trabalho computacional.

Avaliação:

Há 2 modalidades de avaliação:

a) periódica:

Pressupõe a realização de 1 frequência, com peso total de 75%, e de projetos científicos ou computacionais com peso de 25%:

b) por exame final: inclui a realização de um exame (com peso 75%) e de projetos científicos ou computacionais (com peso de 25%).

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are expository and include examples and exercises for applying the acquired knowledge. Throughout the semester, students will do a computational assignment. This assignment is geared towards the treatment of different type temporal data. During the semester students may use tutorial time to clarify their difficulties in grasping the theory and in gaining practical knowledge, as well as in the development of the necessary skills for the computational assignment.

Evaluation:

There are 2 types of grading: during the semester or by final examination.

Grading during the semester requires taking 1 mid-term exam (75% of the final grade) and doing scientific or computational assignments (representing 25% of the final grade).

Grading by final examination includes taking an exam (75% of the final grade) and doing scientific or computational assignments (25% of the final grade).

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria matemática subjacente a modelos adequados para o tratamento probabilista e estatístico de dados evoluindo ao longo do tempo.

As metodologias apresentadas nas aulas são aplicadas nos trabalhos computacionais, realizados em laboratório, levando os alunos a adquirir as competências práticas necessárias para descrever, analisar e prever dados temporais observados.

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

Classes allow the exposition, discussion and illustration of the mathematical theory implicit in models suitable for probabilistic and statistical treatment of time series.

The methodologies introduced in class are applied to the computational assignment, leading students to acquire the practical skills needed to describe, analyse and predict temporal data.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

P.J. Brockwell, R.A. Davis, Time Series: Theory and Methods, Springer, 2006.

J. Fan, Q. Yao, Nonlinear Time Series, Springer, 2003.

- R. Ferland, A. Latour, and D. Oraichi, *Integer-valued GARCH process*, *J. Time Series An* 27, 923-942, 2006.
- Ch. Francq, J.M. Zakoian, *GARCH models*, Wiley, 2010.
- E. Gonçalves, J. Leite, N. Mendes-Lopes, *On the probabilistic structure of power threshold generalized ARCH stochastic processes*, *Stat and Prob Letters* 82, 1597-1609, 2012.
- E. Gonçalves, N. Mendes-Lopes, *Séries Temporais*, SPE, 2008.
- E. Gonçalves, N. Mendes-Lopes, F. Silva, *Infinitely divisible distributions in integer-valued GARCH models*, *J Time Series An* 36, 503-527, 2015.
- Ch. Gouriéroux, A. Monfort, *Séries Temporelles et Modèles Dynamiques*, Economica, 1990.
- C. Martins, *Modelos Bilineares em Séries Temporais*, Univ. Coimbra, 2000.
- H. Tong, *Non-linear Time Series*, Oxford Univ. Press, 1990.
- C.H. Weiß, *Thinning Operations for Modeling Time Series of Counts - a survey*, *Adv Stat An* 92, 319-341, 2008.

Mapa X - Categorias em Álgebra e Topologia / Categories in Algebra and Topology

6.2.1.1. Unidade curricular:

Categorias em Álgebra e Topologia / Categories in Algebra and Topology

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Manuel Clementino

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Gonçalo Gutierrez (ggutc@mat.uc.pt), Jorge Picado (picado@mat.uc.pt)

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

Este curso pretende ser uma introdução às principais ideias e métodos da teoria das categorias, tão importantes na matemática dos nossos dias, e algumas das suas aplicações. Tendo-se tornado uma ferramenta indispensável para a investigação em álgebra, topologia, lógica ou ciências da computação, para nomear apenas algumas áreas, a familiarização com técnicas básicas e métodos de raciocínio desta teoria é o principal objetivo. As principais competências a desenvolver são: a capacidade de generalização e de abstração; capacidade de formular e resolver problemas; conceção, análise e correta utilização dos métodos da teoria das categorias; capacidade de trabalho em equipa; espírito crítico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to be an introduction to the ideas and methods of category theory, which permeate so much of mathematics today, and some of its applications. Since it became an indispensable tool for anyone doing research in abstract algebra, topology, logic or theoretical computer science, to name but a few, to become familiar with basic technics and ways of thinking of category theory is our main goal. The main competences to be developed are : ability for generalization and abstraction; ability to formulate and solve problems; to design, analyse and correctly use the categorical methods and technics; ability to work in teams; critical thinking.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Parte I: Introdução à Teoria das Categorias:

Categorias, funtores e transformações naturais. Isomorfismos e equivalência de categorias. Construção de novas categorias: subcategorias, produto de categorias e categorias duais. Princípio da dualidade categorial. Limites e colimites. Categorias de funtores. Funtores representáveis. Lema de Yoneda e imersão de Yoneda. Adjunção e limites. Existência de adjuntos (Teorema de Freyd).

Parte II: Inclui tópicos da lista seguinte, escolhidos de acordo com os interesses dos alunos:

Mónadas e categorias de álgebras de Eilenberg-Moore.

Categorias cartesianas fechadas. Topos.

Locales.

Categorias regulares e exatas. Categorias aditivas, abelianas, semi-abelianas e homológicas.

6.2.1.5. Syllabus:

Part I: Introduction to Category Theory:

Categories, functors and natural transformations. Isomorphism and equivalence of categories. Construction of new categories: subcategories, product of categories and dual category. Categorical duality principle. Limits and colimits. Functor categories. Representable functors. Yoneda Lemma and Yoneda embedding. Adjoints and limits. Existence of adjoints (Freyd's Theorem).

Part II: It includes topics from the list below, chosen according to the interests of the students:

Monads and categories of Eilenberg-Moore algebras.

Cartesian closed categories. Toposes.

Locales.

Exact and regular categories. Additive, abelian, semi-abelian categories and homological categories.

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

Esta uc tem um forte carácter interdisciplinar. Por esta razão, após a introdução dos conceitos e técnicas fundamentais da Teoria das Categorias, na segunda parte do curso far-se-á uma incursão em categorias de indole algébrica - categorias de álgebras de Eilenberg-Moore, categorias abelianas, aditivas, etc. -, de indole geométrica - topos (com aplicações à lógica) - e de indole topológica - locales e topos.

Os conteúdos programáticos da unidade mostram que o estudante ao completar a unidade curricular ter-se-á familiarizado com

a interação entre a Teoria das Categorias e diversas outras áreas da Matemática como sejam Geometria, Álgebra e Topologia.

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

This curricular unit has an interdisciplinary character. For that reason, after introducing the fundamental notions and techniques of Category Theory, the second part of the course will be dedicated to the study of categories of algebraic nature - like categories of Eilenberg-Moore algebras, abelian and additive categories, etc -, of geometric nature - like topos (with applications to logic) -, and of topological nature - like locales and topos.

The syllabus demonstrates the claim that the student taking this course will necessarily be familiarized with the interplay between Category Theory and several other fields of Mathematics such as Geometry, Algebra, and Topology.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos e resultados teóricos mais relevantes são apresentados com pormenor e rigor, sempre acompanhados de exemplos ilustrativos, de aplicações motivadoras e de adequado enquadramento histórico.

Como trabalho de casa os alunos deverão resolver vários exercícios.

A participação ativa dos alunos nas aulas deve ser fortemente incentivada.

Avaliação:

Exame: 60%

Resolução de problemas: 25%

Outra (participação presencial): 15%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The more relevant theoretical concepts and results are presented with detail and accuracy, followed by illustrative examples, motivating applications and historical notes.

Homework assignments, consisting of several exercises, will be proposed.

Active participation of the students in class discussions should be strongly encouraged.

Evaluation:

Exam: 60%

Problem resolving report: 25%

Other (participation in classes): 15%

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

Este poderá ser o primeiro curso nesta matéria. Por isso, a motivação e a exemplificação que acompanham o desenvolvimento teórico dos conceitos e resultados facilitam a compreensão da matéria.

A participação ativa dos alunos nas aulas, os trabalhos de casa e a preparação do projeto são um incentivo ao trabalho independente e facilitam a assimilação dos conteúdos. Eles permitem aferir a forma como o material está a ser compreendido, sendo os alunos confrontados com as suas dificuldades e ajudados a ultrapassá-las. O projeto pretende ser uma abordagem mais aprofundada de um conceito apresentado nas aulas ou não, motivando, desta forma, o trabalho independente e contribuindo para uma melhor compreensão do material e da importância das suas aplicações.

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

This might be a first course of category theory. Accordingly, motivation and presentation of examples in parallel with the development of the concepts and the theoretical results, facilitates the assimilation of the contents. The involvement of the students in the classes, the homework assignments and the preparation of the project are incentives to individual work and facilitate the assimilation of the contents. They also allow to evaluate the understanding of the material, being the students confronted with their own difficulties and helped to overcome them. The idea of the project is that the student look in more depth at some concept covered in the class or not, in this way motivating independent work and contributing to a better understanding of the material and the importance of its applications.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

S. Mac Lane, Categories for the Working Mathematician, 2nd edition, Springer-Verlag, New York, 1998.

F. Borceux, Handbook of Categorical Algebra, Vols 1-3, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

Mapa X - Dinâmica Hiperbólica / Hyperbolic Dynamics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Dinâmica Hiperbólica / Hyperbolic Dynamics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria de Fátima Taveira Pires de Carvalho

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Isabel Labouriau (islalbour@fc.up.pt), Jorge Milhazes de Freitas (jmfreira@fc.up.pt), Jorge Manuel Martins da Rocha (jrocha@fc.up.pt), José Ferreira Alves (jfalves@fc.up.pt), Sofia Castro (sdcastro@fep.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Os estudantes devem ser capazes de identificar, tanto em equações diferenciais quanto em equações às diferenças, as propriedades dos sistemas dinâmicos hiperbólicos, e conhecer algumas dos resultados mais importantes sobre a sua geometria, estabilidade local ou global de conjuntos invariantes e estabilidade estrutural.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students must be able to recognize, both in differential equations and in difference equations, the properties of hyperbolic dynamical systems, and to know some of the most important results on their geometry, local or global stability of invariant subsets and structural stability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Sistemas Dinâmicos: Campos de vetores; Equações diferenciais; Fluxo Local; Discretização; Equações às diferenças; Suspensão.*
 - *Conjuntos invariantes; Conjuntos limite; Transitividade; Estabilidade estrutural.*
 - *Comportamento local: Estabilidade local; Variedades invariantes; Pontos homoclínicos.*
 - *Dinâmica global: Variedades invariantes globais*
 - *Exemplos (alguns destes): Dinâmica linear; Dinâmica simbólica; Ferradura de Smale; Axioma A; Difeomorfismos de Anosov; Difeomorfismos de Kupka- Smale; Difeomorfismos de Morse-Smale.*

6.2.1.5. Syllabus:

- *Dynamical Systems: Vector fields; Differential equations; Local flow; Discretisation; Difference equations; Suspension.*
 - *Invariant sets; Limit sets; Transitivity; Structural stability.*
 - *Local behaviour: Local stability; Invariant manifolds; Homoclinic Points.*
 - *Global dynamics: global invariant manifolds.*
 - *Examples (some of these): Linear dynamics; Symbolic dynamics; Smale Horseshoe; Axiom A; Anosov diffeomorphisms; Kupka-Smale diffeomorphisms; Morse-Smale diffeomorphisms.*

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

Como resulta claramente da análise dos objetivos e dos conteúdos programáticos, os objetivos são precisamente o domínio e a compreensão dos conteúdos programáticos, pelo que há total coerência entre ambos.

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

From the analysis of the aims and the syllabus it follows that the learning outcomes are precisely the mastery and understanding of the syllabus, so obviously there is coherence between the two.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposições orais e escritas em quadro ou projeções.

Avaliação:

Exame: 50%

Frequência: 50%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Oral and written presentations in blackboard or projections.

Evaluation:

Exam: 50%

Midterm exam: 50%

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

Sendo esta uma disciplina de um programa de doutoramento, espera-se que o estudante trabalhe de forma autónoma tomando como base a matéria exposta nas aulas teóricas e tendo como apoio a bibliografia recomendada.

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

Being a course with a PhD level, students are expected to be able to work autonomously and profit from the lectures and the additional information the recommended bibliography conveys.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A. Katok and B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1995.
V.I. Arnold, Ordinary Differential Equations, MIT press, 1973.
M. Brin and G. Stuck, Introduction to Dynamical Systems, Cambridge University Press, 2002.
M. Hirsch, S. Smale, and R.L. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and Introduction to Chaos, Elsevier, 2004.
M. Irwin, Smooth Dynamical Systems, Academic Press, London, 1980.
W. de Melo and S. Van Strien, One-dimensional Dynamics, Springer-Verlag, Berlin, 1993.
Z. Nitecki, Differentiable Dynamics: An introduction to the Orbit Structure of Diffeomorphisms, MIT Press, Cambridge, 1971.
J. Palis, Jr., and W. de Melo, Geometric Theory of Dynamical Systems: an introduction, Springer-Verlag, New York, 1982.
C. Robinson, Dynamical Systems: Stability, Symbolic Dynamics, and Chaos, CRC Press, Boca Raton, 1999.
M. Shub, Global Stability of Dynamical Systems, Springer-Verlag, New York, 1987.

Mapa X - Equações com Derivadas Parciais / Partial Differential Equations**6.2.1.1. Unidade curricular:***Equações com Derivadas Parciais / Partial Differential Equations***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Miguel Dordio Martinho Almeida Urbano***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***Carlos Leal (carlosl@mat.uc.pt), Isabel Narra de Figueiredo (isabelf@mat.uc.pt)**T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O curso é uma introdução ao estudo das equações com derivadas parciais (EDPs) usando métodos funcionais e de energia. Serão destacados os aspectos relativos à existência, unicidade e regularidade de soluções fracas de EDPs lineares elípticas e parabólicas. Serão também estudadas algumas EDPs não-lineares, usando diferentes abordagens, como métodos variacionais e de monotonia, teoremas do ponto fixo e escalonamento intrínseco.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The course is an introduction to the study of partial differential equations (PDEs) using functional analysis and energy methods. Questions of existence, uniqueness and regularity for weak solutions to linear elliptic and parabolic PDEs will be emphasized. Various nonlinear PDEs will also be studied, using a variety of different approaches, like variational and monotonicity methods, fixed-point theorems or intrinsic scaling.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Revisões sobre espaços de Sobolev. Equações lineares elípticas de segunda ordem (existência de soluções fracas; regularidade no interior e na fronteira; princípios do máximo; desigualdade de Harnack; teoria de DeGiorgi-Nash-Moser). Equações lineares parabólicas de segunda ordem (existência via método de Galerkin; regularidade e princípios do máximo). Cálculo das Variações (equação de Euler-Lagrange; existência de minimizantes; regularidade; restrições unilaterais: inequações variações e problemas com fronteira livre). Técnicas não-variacionais (métodos de monotonia e do ponto fixo). EDPs degeneradas e singulares (a equação de p-Laplace; método da mudança intrínseca de escala; o Laplaciano infinito).***6.2.1.5. Syllabus:***A crash course on Sobolev spaces. Second order linear elliptic equations (existence of weak solutions; regularity in the interior and up to the boundary; maximum principles; Harnack inequality; De Giorgi-Nash-Moser theory). Second order linear parabolic equations (existence via Galerkin method; regularity theory and maximum principles). The Calculus of Variations (Euler-Lagrange equation; existence of minimizers; regularity; unilateral constraints: variational inequalities and free boundary problems). Nonvariational techniques (monotonicity and fixed point methods). Degenerate and singular PDEs (the p-Laplace equation; intrinsic scaling; the infinity Laplacian).***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***A unidade curricular constitui uma introdução ao estudo das equações com derivadas parciais, numa perspectiva moderna e que acompanha práticas internacionais actuais. O programa está concebido de modo a dar continuidade ao estudo anterior desenvolvido na unidade curricular Análise Funcional e a dotar os estudantes das ferramentas básicas para o estudo ulterior no âmbito de um programa de Doutoramento.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***The curricular unit is an introduction to the study of partial differential equations, in a modern perspective that follows current international practices. The program is conceived to give continuity to the previous study developed in the curricular unit Functional Analysis, and to equip the students with the basic tools for further studies in the framework of a PhD program.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***As aulas são de natureza essencialmente expositiva e acompanhadas de exemplos e exercícios que permitam compreender e aplicar os conhecimentos adquiridos. Deve haver momentos reservados à apresentação de exercícios mais elaborados ou construções mais detalhadas de exemplos concretos. As aulas devem ser focadas no ensino de processos de raciocínio, a partir dos quais o aluno aprenda a manipular os objectos que lhe são apresentados e a descobrir, por si próprio, como chegar a outros resultados, quer através da leitura autónoma, quer através da resolução de exercícios. Ao longo do semestre deverá ser disponibilizado aos alunos apoio tutorial à resolução das diversas tarefas propostas.***Avaliação:***Exame: 50%**Frequência: 2 x 15%**Trabalho de síntese: 20%***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***The classes are essentially of expository nature and should include examples and exercises that lead the students to understanding and applying the material being taught. There must be room for the presentation of more elaborated exercises and more detailed constructions of concrete examples. The classes should be focused on the teaching of the reasoning processes, so that the students learn how to manipulate the objects presented along the course and more easily find out by*

themselves how to reach other results by independent reading or problem solving. Some tutorial support will be available to help the students solving the proposed tasks.

Evaluation:

Exam: 50%

Midterm exam: 2 x 15%

Synthesis work: 20%

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

Nas aulas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos que constituem os conteúdos programáticos da unidade curricular, incluindo as técnicas matemáticas a adquirir pelos estudantes. Estes devem ser incentivados a adoptar uma atitude participativa nas aulas e a resolver as tarefas propostas como trabalhos de casa, aplicando as metodologias apresentadas nas aulas.

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

Classes allow the presentation and development of the topics that form the syllabus of the course, including the mathematical techniques to be acquired by the students. These should be encouraged to participate in the classroom work and to solve the tasks proposed as homework, applying the methodologies presented in class.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

H. Brezis, Analyse Fonctionnelle, Masson, 1983.

L.C. Evans, Partial Differential Equations, 2nd edition, Graduate Studies in Mathematics, vol. 19, American Mathematical Society, 2010.

D. Gilbarg and N. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, 2nd edition, Springer, 1983.

Q. Han and F. Lin, Elliptic Partial Differential Equation, Courant Lecture Notes in Mathematics, Vol. 1, American Mathematical Society, 1997.

D. Kinderlehrer and G. Stampacchia, An Introduction to Variational Inequalities and Their Applications, Academic Press, 1980.

P. Lindqvist, Notes on the p-Laplace equation, University of Jyvaskyla, 2005.

J.L. Lions, Quelques Méthodes de Résolution des Problèmes aux Limites Non Linéaires, Dunod, 1969.

J.M. Urbano, The Method of Intrinsic Scaling, Lecture Notes in Mathematics, vol. 1930, Springer, 2008.

Mapa X - Estruturas Lineares e Combinatória / Linear Structures and Combinatorics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Estruturas Lineares e Combinatória / Linear Structures and Combinatorics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

António Guedes de Oliveira

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

António Leal Duarte (leal@mat.uc.pt), Olga Azenhas (olga@mat.uc.pt), Ricardo Mamede (mamede@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Familiarizar os estudantes com conceitos, métodos e propriedades associáveis à contagem e à Combinatória em geral.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To familiarize students with concepts, methods and properties pertaining to general counting techniques and to Combinatorics in broad sense.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Neste curso são exploradas algumas abordagens à Combinatória e às suas relações com determinadas estruturas lineares, nomeadamente nas áreas da Combinatória Algébrica (associada às funções simétricas e à representação de grupos ou ao estudo dos grupos de Coxeter), da Combinatória Enumerativa ou da Teoria Combinatória das Matrizes.

6.2.1.5. Syllabus:

In this course, different ways to approach Combinatorics - either in itself or in association with different algebraic structures - are considered, namely in the fields of Algebraic Combinatorics (in relation with symmetrical functions and group representations or with Coxeter groups), of Enumerative Combinatorics, or of the Combinatorial Theory of Matrices.

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

Os tópicos escolhidos pretendem introduzir os estudantes aos aspectos principais da teoria, com uma perspectiva que lhes abra as portas à investigação na área.

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

The chosen topics are intended to introduce the students to the main aspects of the theory, with a perspective that open the

door to do research in the area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm carácter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 50%

Resolução de problemas: 50%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 50%

Problem resolving report: 50%

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

Dada a natureza e grau (terceiro ciclo) do curso, espera-se que o estudante já tenha, e que continue a desenvolver, autonomia e maturidade para compreender, relacionar e aplicar os conceitos que lhe são apresentados, de modo semelhante aos exemplos trabalhados durante o curso.

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

Given the nature and the level of this course, it is expected that the student already has, and continues to develop, the autonomy and the maturity needed to understand and apply the concepts that are presented, in a similar manner to the several worked examples given during the course.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M. Aigner, A Course in Enumeration, Graduate Texts Math, vol. 238, Springer, 2007.

A. Bjorner and F. Brenti, Combinatorics of Coxeter groups, Graduate Texts in Mathematics, vol. 231, Springer, 2005.

W. Fulton, Young Tableaux: with Applications to Representation Theory and Geometry, London Mathematical Society Student Texts, vol. 35, Cambridge University Press, 2008.

J. Humphreys, Reflection Groups and Coxeter Groups, Cambridge Studies in Advanced Mathematics, vol. 35, Cambridge University Press, 1992.

B.E. Sagan, The Symmetric Group. Representations, Combinatorial Algorithms, and Symmetric Functions, Graduate Texts in Mathematics, vol. 203, Springer, 2001.

R. Stanley, Enumerative Combinatorics, Volume 1, Cambridge Studies in Advanced Mathematics, vol. 49, Cambridge University Press, 1997.

R. Stanley, Enumerative Combinatorics, Volume 2, Cambridge Studies in Advanced Mathematics, vol. 62, Cambridge University Press, 1999.

Mapa X - Geometria Algébrica / Algebraic Geometry

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Algébrica / Algebraic Geometry

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Peter Gothen

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Jorge Neves (neves@mat.uc.pt), Margarida Melo (mmelo@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

O objetivo principal desta unidade curricular é familiarizar o estudante com a linguagem, conceitos e técnicas da Geometria Algébrica. A primeira parte do curso cobre parte da teoria fundamental clássica, com a devida menção aos requisitos necessários de Álgebra Comutativa. Na segunda parte faz-se uma abordagem aos conceitos fundamentais avançados da Geometria Algébrica.

Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: conhecimento de resultados matemáticos, capacidade de formular e resolver problemas e, mais concretamente, capacidade de relacionar áreas distintas da Matemática. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e de espírito crítico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of the course is to make the student acquainted with the language, concepts and techniques of Algebraic

Geometry. The first half of the course covers part of the classical fundamental theory, including the necessary requisites of Commutative Algebra. In the second half, the course is intended to make an introduction to the advanced fundamental concepts of Algebraic Geometry.

The course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results; ability to formulate and solve problems and, more precisely, the ability to relate distinct areas of Mathematics. On the personal level it also allows to develop self-learning skills and independent thinking.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Variedades afins. Topologia de Zariski. Teorema de Hilbert da base e Nullstellensatz. Espectro de um anel. Variedades projetivas. Feixes, esquemas e variedades algébricas. Irreduzibilidade e dimensão. Morfismos de variedades algébricas.

Um ou mais dos seguintes tópicos adicionais poderão ser abordados:

Curvas algébricas, dualidade de Serre, Teorema de Riemann-Roch, cohomologia de feixes.

6.2.1.5. Syllabus:

Affine varieties. Zariski's topology. Hilbert's Basis Theorem and Nullstellensatz. Spectrum of a ring. Projective varieties. Sheaves, schemes and algebraic varieties. Irreducibility and dimension. Morphisms of algebraic varieties.

One or more of the following additional topics may be covered:

Algebraic curves, Serre duality, the Riemann-Roch Theorem, sheaf cohomology.

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

A unidade curricular está dividida em duas partes, desenvolvendo-se num crescendo de abstração. A primeira parte, todavia sendo um requisito da segunda parte, é mais elementar e clássica. É nesta parte que são introduzidos os conceitos principais da Álgebra Comutativa que são usados no curso. A segunda parte consiste numa introdução ao conceito de pré-variedade que estabelece um bom compromisso entre a teoria clássica das variedades afins e a sofisticada teoria dos esquemas. O conceito de esquema aparece pontualmente no curso, ainda que sempre num contexto restrito. O estudo efetuado na segunda parte do curso permitirá introduzir de forma extremamente significativa os conceitos de Teoria das Categorias e Topologia que são necessários ao curso.

Os conteúdos programáticos da unidade mostram que o estudante ao completar a unidade curricular ter-se-á familiarizado com a interação entre diversas áreas da Matemática como sejam Geometria, Álgebra Comutativa, Teoria das Categorias e Topologia.

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

The course is divided in two halves and evolves in increasing level of abstraction. The first part, although a necessary requisite of the second half, is more elementary and classical. It is in this part that the main concepts of Commutative Algebra are addressed. In the second half an introduction to the concept of pre-varieties is a good compromise between the classical theory of affine varieties and the sophisticated theory of schemes. The latter concept does appear in the course, albeit in a very restrict context. The study undertaken in the second half of the course will enable to introduce in a more meaningful way the concepts of Category Theory and Topology used in the course.

The syllabus demonstrates the claim that the student taking this course will necessarily be familiarized with the interplay between several fields of Mathematics such as Geometry, Commutative Algebra, Category Theory and Topology.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são expositivas e participativas, incluindo a realização de exemplos pelo docente e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes. A exposição, por parte dos estudantes, da sua resolução dos exercícios é também parte integrante das aulas.

Ao longo do semestre os alunos dispõem de um tempo de orientação tutorial para esclarecimento dos problemas que tenham na aquisição de conhecimentos.

Há 2 modalidades de avaliação: ao longo do semestre e por exame final. A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de 2 frequências.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes are expository and include examples and exercises sessions, where students are expected to explain to the rest of the group their solutions to the exercises.

During the semester students may use tutorial time to clarify their difficulties in grasping the theory.

There are 2 types of assessment: by mid-term exams or by a final examination.

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar as matérias do programa da unidade curricular. A metodologia usada na aulas fomenta o estudo independente.

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

Lectures will enable the discussion of the contents of the program of the course. The methodology used will encourage independent study.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. Hartshorne, Algebraic Geometry, Graduate Texts in Mathematics, vol. 52, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977.

B. Hassett, Introduction to algebraic geometry, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

M. Reid, Undergraduate Algebraic Geometry, LMS Student Texts, vol. 12, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
I.R. Shafarevich, Basic Algebraic Geometry, volumes 1 & 2, 3rd edition, Springer, Heidelberg, 2013.

Mapa X - Geometria Simplética / Symplectic Geometry

6.2.1.1. Unidade curricular:

Geometria Simplética / Symplectic Geometry

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Joana Nunes da Costa

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Raquel Caseiro (raquel@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Pretende-se que o estudante adquira conhecimento dos conceitos básicos de Geometria Simplética que lhe permita desenvolver atividade de investigação na área.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide knowledge on basic concepts of Symplectic Geometry and promote the capacity of developing research activity in the field.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Álgebra linear simplética. Variedades simpléticas. Simplectomorfismos. Subvariedades lagrangianas. Teoremas de Darboux e de Weinstein (vizinhança lagrangiana). Campos de vectores hamiltonianos. Breve referência a variedades de Poisson. Ações hamiltonianas e aplicação momento. Teorema de Noether. Equivariância do momento e órbitas coadjuntas. Teorema da convexidade do momento. Redução simplética.

Tópicos adicionais: Estruturas quase-complexas. Variedades de Kähler. Variedades de contacto. Algebróides de Lie e geometria de Poisson. Variedades simpléticas tóricas.

6.2.1.5. Syllabus:

Symplectic linear algebra. Symplectic manifolds. Symplectomorphisms. Lagrangian submanifolds. Theorems of Darboux and Weinstein (lagrangian neighborhood). Hamiltonian vector fields. Brief introduction to Poisson manifolds. Hamiltonian actions and moment map. Noether Theorem. Equivariance of the moment map and coadjoint orbits. Convexity Theorem. Symplectic reduction.

Additional topics: Almost complex structures. Kähler manifolds. Contact manifolds. Lie algebroids and Poisson geometry. Toric symplectic manifolds.

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

A unidade curricular constitui uma introdução ao estudo da geometria simplética, numa perspectiva moderna e que acompanha práticas internacionais atuais. O programa dá continuidade ao estudo anterior desenvolvido na unidade curricular Variedades Diferenciáveis e fornece aos estudantes as ferramentas básicas para o estudo ulterior no âmbito de um programa de Doutoramento.

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

The curricular unit is an introduction to the study of symplectic geometry, in a modern perspective that follows current international practices. The program is conceived to give continuity to the previous study developed in the curricular unit Differentiable Manifolds, and to equip the students with the basic tools for further studies in the framework of a PhD program.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino serão predominantemente expositórios. O ensino da unidade curricular é complementado pelos períodos de atendimento aos alunos, durante os quais estes são individualmente esclarecidos.

Avaliação:

Exame: 0-100%

Trabalho de Investigação: 0-100%

Trabalho de síntese: 0-100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical lectures are predominantly expository. The formal lectures will be complemented by periods of individual attendance.

Evaluation:

Exam: 0-100%

Research work: 0-100%

Synthesis work: 0-100%

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
As aulas permitem expor, discutir e exemplificar as matérias do programa da unidade curricular. A metodologia usada na aulas fomenta o estudo independente

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
Lectures will enable the discussion of the contents of the program of the course. The methodology used will encourage independent study.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

P. Libermann and C.-M. Marle, Symplectic Geometry and Analytical Mechanics, Mathematics and Its Applications, vol. 35, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1987.
A. Cannas da Silva, Lectures on Symplectic Geometry, Lecture Notes in Mathematics, vol. 1764, Springer-Verlag, Berlin, 2001.
A. Weinstein, Lectures on Symplectic Manifolds, Conference Series in Mathematics, vol. 29, AMS, Providence, 1977.
R. Abraham and J. Marsden, Foundations of Mechanics, 2nd edition, Addison-Wesley Publ. Company, Inc., 1978.
D. McDuff and D. Salamon, Introduction to Symplectic Topology, Oxford Mathematical Monographs, Oxford University Press, New York, 1995.

Mapa X - Inferência Estatística Não Paramétrica / Nonparametric Statistical Inference

6.2.1.1. Unidade curricular:

Inferência Estatística Não Paramétrica / Nonparametric Statistical Inference

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel Rebelo Tenreiro da Cruz

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Margarida Brito (mabrito@fc.up.pt), Paulo Eduardo Oliveira (paulo@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

O objectivo principal desta unidade curricular é dar aos alunos uma primeira abordagem à inferência não paramétrica. Os métodos que estudamos nesta disciplina, contam-se entre a vasta classe de métodos não paramétricos para análise de dados que fazem parte da moderna estatística não paramétrica.

Este curso permite desenvolver as seguintes competências: conhecimento de modelos estatísticos não paramétricos; conhecimento dos resultados matemáticos; utilização de ferramentas computacionais.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this curricular unit is to give students a first account on nonparametric inference methods. Distribution-free inference and curve smoothing, that are discussed in detail in this curricular unit, are among the broad range of methods for data analysis comprised in modern nonparametric statistics.

This course allows developing the following skills: knowledge of nonparametric statistical models; knowledge of mathematical results; using computational tools.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O curso tem como objectivo explorar alguns tópicos em estatística não-paramétrica, centrando a sua atenção nos métodos baseados em estatísticas ordinais e nos métodos suaves. Tópicos específicos a serem estudados podem incluir estatísticas ordinais, funções empíricas e testes de ajustamento, inferência em modelos de valores extremos, estimação da densidade e regressão pelo método do núcleo, seleção do parâmetro de suavização e estimação de outras funções dependentes da densidade de probabilidade.

6.2.1.5. Syllabus:

The course intends to explore some topics of nonparametric inference, with a focus on rank-based and curve smoothing inference. Specific subjects to be studied may include order statistics, empirical functions and goodness-of-fit tests, inference in extreme value models, kernel density and regression function estimation, smoothing parameter selection and estimation of other functions depending on the density.

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

O programa segue uma das abordagens possíveis para um curso de estatística não paramétrica. O curso fornece uma cobertura abrangente dos conceitos básicos e métodos da inferência estatística baseada em estatísticas ordinais, seja para estimação ou testes, e de métodos baseados em estimadores não-paramétricos do núcleo.

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

The syllabus follows one of the possible approaches for a course on nonparametric statistics. It provides a comprehensive coverage of the basic concepts and methods on the rank-based inference, whether for estimation or testing, and of methods

based on kernel estimators.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de natureza essencialmente expositiva e incluem exemplos (com dados reais ou simulados) ou exercícios que permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.

Avaliação:

Exame: 0-75%

Trabalho de síntese: 0-75%

Outra (Participação na aula): 0-25%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are essentially of expository style and include examples (using real or simulated data) and exercises to apply the material being taught.

Evaluation:

Exam: 0-75%

Synthesis work: 0-75%

Other (Participation in class): 0-25%

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

A metodologia de ensino utilizada nesta disciplina está em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que permitirá ao aluno:

- 1) tomar conhecimento das propriedades matemáticas dos métodos não paramétricos estudados;*
- 2) aprofundar o conhecimento sobre o comportamento prático dos diversos métodos e estimadores através da sua implementação computacional e aplicação a dados reais ou simulados;*
- 3) desenvolver capacidades computacionais para o tratamento de dados reais.*

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

The teaching methodology proposed for this curricular unit is consistent with the objectives set for this course as it will allow students:

- 1) to take note of the mathematical properties of the studied nonparametric methods;*
- 2) to increase knowledge about the practical behavior of the various methods and estimators by its computational implementation and application to real or simulated data;*
- 3) to develop computational capabilities for handling real data.*

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Beirlant et al., Statistics of Extremes: Theory and Applications, John Wiley & Sons, 2004.

J.D. Gibbons and S. Chakraborti, Nonparametric Statistical Inference, CRC Press, 2010.

J.S. Simonoff, Smoothing Methods in Statistics, Springer, 1996.

M.P. Wand and M.C. Jones, Kernel Smoothing, Chapman and Hall, 1995.

L. Wasserman, All of Nonparametric Statistics, Springer, 2006.

Mapa X - Novas Direcções em Matemática / New Directions in Mathematics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Novas Direcções em Matemática / New Directions in Mathematics

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Qualquer docente do programa ou professor visitante | Any faculty member or visiting professor

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Esta unidade curricular destina-se a acomodar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante para os estudantes, não coberto pelas restantes disciplinas.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Esta unidade curricular destina-se a acomodar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante não coberto pelas restantes disciplinas.

6.2.1.5. Syllabus:

This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

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

Esta unidade curricular destina-se a complementar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante não coberto pelas restantes disciplinas.

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

This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular destina-se a complementar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante não coberto pelas restantes disciplinas.

Método de avaliação: a definir em função das características particulares em cada edição de funcionamento

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

Assessment method: to be defined according to the particular characteristics in each edition.

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

Esta unidade curricular destina-se a complementar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante não coberto pelas restantes disciplinas.

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

This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Esta unidade curricular destina-se a acomodar um curso dado por um professor visitante ou a leccionação de um tópico relevante não coberto pelas restantes disciplinas. | This unit is intended for a course given by a visiting professor or for lecturing a relevant topic not covered by the remaining courses.

Mapa X - Optimização / Optimization**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Optimização / Optimization

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Luís Nunes Vicente

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

João Eduardo Gouveia (jgouveia@mat.uc.pt), Marta Margarida Braz Pascoal (marta@mat.uc.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

O objectivo principal é leccionar a teoria da optimização, da programação cónica (em todas as suas particularizações mais relevantes) à programação não linear e não suave e as propriedades de convergência dos principais métodos de optimização contínua, tendo por base as análises convexa, diferenciável e não suave. Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de generalização e abstracção; argumentação lógica; competência em utilizar ferramentas computacionais. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e de espírito crítico.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal is teaching the optimization theory, from conic programming (and some of its best-known particularizations) to non-linear and non-smooth programming, and the convergence properties of the main numerical for continuous optimization, using convex, differential, and non-smooth analyses. The course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results; ability to generalize and abstract; logical thinking; competence in using computational tools. On the personal level it also allows to develop self-learning skills and independent thinking.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Condições de optimalidade e teoria da dualidade para optimização cónica, convexa, não-linear, não-diferenciável

e multi-objectivo. Consoante a abordagem à disciplina, poderão ser leccionados outros tópicos, como métodos numéricos para optimização contínua, métodos algébricos e representabilidade em optimização polinomial e programação semidefinida, ou relaxações contínuas para problemas combinatorios.

6.2.1.5. Syllabus:

Optimality conditions and duality theory for conic, convex, non-linear, non-differentiable and multi-objective optimization. Depending on the approach to the course, other topics might be considered, such as numerical methods for continuous optimization, algebraic methods and representability in polynomial optimization and semi-definite programming, or continuous relaxations for combinatorial problems.

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

O programa reflecte o padrão internacional de uma disciplina de optimização contínua com um maior enfoque teórico. Estuda-se, primeiro, as condições de optimalidade e a dualidade para optimização contínua e a seguir as propriedades de convergência dos principais métodos, entre outros tópicos.

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

The syllabus follows the international standard for a course on continuous optimization with a greater theoretical focus. First, one studies the optimality conditions and duality for continuous optimization, and then cover convergence properties of the main methods, among other topics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de natureza essencialmente expositiva e incluem exemplos ou exercícios que permitem aplicar os conhecimentos adquiridos. Ao longo do semestre é disponibilizado aos alunos apoio à resolução dos exercícios e preparação para frequências e exames.

Avaliação:

Exame: 100%

Frequência: 50-75%

Resolução de problemas: 50-25%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes are essentially of expository style and include examples and exercises to apply the material being taught. Extensive tutorial time is offered to the students to support the solution of the homework assignments and preparation for the various exams.

Evaluation:

Exam: 100%

Midterm exam: 50-75%

Problem resolving report: 50-25%

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria e os métodos da optimização contínua. As metodologias apresentadas nas aulas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos para casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão das características dos problemas e das propriedades de convergência dos métodos.

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

Classes allow the introduction, the discussion, and the illustration of the theory and methods of continuous optimization. The methodologies taught in class are then applied by the students in their homework assignments, leading them to a better understanding of the problems features and the convergence properties of the methods.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A. Ben-Tal and A. Nemirovski, Lectures on Modern Convex Optimization: Analysis, Algorithms, and Engineering Applications, MOS-SIAM Series on Optimization, SIAM, Filadélfia, 2001.

G. Blekherman, P.A. Parrilo and R. Thomas, Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry, MOS-SIAM Series on Optimization, SIAM, Filadélfia, 2013.

I. Griva, S.G. Nash, and A. Sofer, Linear and Nonlinear Optimization, 2nd edition, SIAM, Filadélfia, 2009.

J. Nocedal and S.J. Wright, Numerical Optimization, 2nd edition, Springer Series in Operations Research, Springer, Berlin, 2006.

Mapa X - Semigrupos / Semigroups

6.2.1.1. Unidade curricular:

Semigrupos / Semigroups

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Ventura Alves da Silva

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Alfredo Costa (amgc@mat.uc.pt), Jorge Almeida (jalmeida@fc.up.pt), Manuel Delgado (mdelgado@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular destina-se a introduzir a teoria de semigrupos. Os estudantes deverão compreender a motivação da teoria e as suas ligações com a Álgebra Abstrata em geral, onde vai buscar métodos e inspiração, e com a Informática Teórica, onde encontra problemas, técnicas e aplicações. Deverão também entender como a perspectiva profinita enriquece a teoria e permite um tratamento matemático mais sofisticado de problemas que na origem têm um carácter essencialmente combinatório.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course unit is intended to introduce the theory of semigroups. The students should come to understand the motivation for the theory and its connections with Abstract Algebra in general, where it looks for methods and inspiration, and with Theoretical Computer Science, where it finds problems, techniques, and applications. They should also realize how the profinite perspective enriches the theory and allows a more sophisticated mathematical handling of problems which at their genesis have an essentially combinatorial character.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Nesta disciplina serão exploradas algumas das várias abordagens à teoria de semigrupos: algébrica, combinatória, dinâmica, geométrica, numérica, profinita ou em termos de teoria de linguagens. As subclasses específicas de semigrupos a estudar podem incluir semigrupos finitos, inversos, numéricos ou profinitos, assim como grupos.

6.2.1.5. Syllabus:

The course explores some of the various approaches to the theory of semigroups: algebraic, combinatorial, dynamical, geometric, language-theoretic, numerical or profinite. The specific subclasses of semigroups to be studied may include finite, inverse, numerical or profinite semigroups, as well as groups.

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

Os tópicos escolhidos pretendem introduzir os estudantes aos aspectos principais da teoria, com uma perspectiva que lhes abra as portas à investigação na área.

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

The chosen topics are intended to introduce the students to the main aspects of the theory, with a perspective that opens the door to do research in the area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm carácter expositório, dando margem para que os estudantes intervenham. Como parte integrante da aprendizagem, são recomendados numerosos exercícios.

Avaliação:

Resolução de problemas: 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, leaving sufficient room for students' participation. As an integral part of the learning process, numerous exercises are recommended.

Evaluation:

Problem resolving report: 100%

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

Os conceitos, técnicas e resultados devem ser apresentados de forma a desenvolver nos estudantes intuição que lhes permita abordar com naturalidade problemas na área, ficando também com uma visão de síntese dos diferentes tópicos e das interligações entre eles. Os exercícios servem para fortalecer a compreensão da matéria e ganhar destreza na abordagem dos problemas.

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

The concepts, techniques, and results should be presented in such a way as to develop in the students intuition to allow them to handle naturally problems in the area, as well as an overview of the different topics and the interconnections between them. The exercises serve to strengthen the understanding of the course materials and to gain dexterity in handling problems.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Almeida, Finite Semigroups and Universal Algebra, World Scientific, 1995.

J. Almeida, Profinite Semigroups and Applications, in V. Kudryavtsev, I. G. Rosenberg (eds.), Structural Theory of Automata, Semigroups, and Universal Algebra, Proc. NATO Adv. Study Institute, Montréal, 2003. Springer, 2005, 1-45.

J.-E. Pin, Varieties of Formal Languages, Plenum, 1986.

J. Rhodes and B. Steinberg, The q-theory of Finite Semigroups, Springer Monographs in Mathematics, 2009.

Mapa X - Teoria da Aproximação Construtiva / Constructive Approximation Theory**6.2.1.1. Unidade curricular:***Teoria da Aproximação Construtiva / Constructive Approximation Theory***6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Carlos Soares Petronilho***6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:***Amílcar Branquinho (ajplb@mat.uc.pt), Júlio Neves (jsn@mat.uc.pt), Semyon Yakubovich (syakubov@fc.up.pt), Susana D. Moura (smps@mat.uc.pt)**T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h***6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O objectivo do curso é apresentar a teoria da aproximação, considerando alguns dos seus múltiplos aspectos e desenvolvimentos recentes. Na abordagem aos diversos temas tratados estará presente um traço interdisciplinar associado a esta teoria. Em particular serão consideradas algumas das suas aplicações, nomeadamente em domínios do conhecimento tais como a teoria da aproximação, a teoria dos números, ou a física matemática, entre outros. Será ainda feita a descrição de problemas em aberto no âmbito da teoria desenvolvida. Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de generalização e abstracção; argumentação lógica; competência em utilizar ferramentas computacionais. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e de espírito crítico.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The aim of the course is to present the approximation theory, focusing on some of their multiple subjects and recent developments. In the description of the different topics an interdisciplinary trace will be pointed out, with special mention to applications in some areas of knowledge such as approximation theory, number theory, or mathematical physics, among others. Several open problems will be described in the framework of the developed theory. The course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results; ability to generalize and abstract; logical thinking; competence in using computational tools. On the personal level it also allows to develop self-learning skills and independent thinking.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Neste curso serão exploradas três áreas afins no âmbito da Teoria da Aproximação: Polinómios Ortogonais, Funções Especiais e Espaços de Funções. Os tópicos específicos a estudar incluem polinómios ortogonais, funções especiais (transformada de Mellin) e espaços de funções (interpolação e imersões).***6.2.1.5. Syllabus:***The course will explore three connected areas in the framework of Approximation Theory: Orthogonal Polynomials, Special Functions, and Function Spaces. The specific topics to be studied include orthogonal polynomials, special functions (including Mellin transform), and function spaces (interpolation and embeddings).***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***A unidade curricular constitui uma introdução ao estudo da teoria da aproximação e dos espaços de funções, numa perspectiva actual. O programa está concebido de modo a dotar os estudantes das ferramentas básicas para o início da investigação no domínio do conhecimento desta teoria.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***The curricular unit is an introduction to the study of approximation theory and function spaces, in a modern perspective. The program is conceived to equip the students with the basic tools for beginning research studies in the framework of this theory.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***As aulas são de natureza teórica, ou seja, de natureza essencialmente expositiva e acompanhadas de exemplos que permitam compreender e aplicar os conhecimentos adquiridos. São focadas no ensino de processos de raciocínio, a partir dos quais o aluno aprenda a manipular os objetos que lhe são apresentados e a descobrir, por si próprio, como chegar a outros resultados, através da leitura autónoma e da resolução de exercícios. Ao longo do semestre deverá ser disponibilizado aos alunos apoio tutorial para acompanhamento das tarefas propostas para realizar fora das aulas.**Avaliação:**Exame: 0-100%**Frequência: 0-100%**Resolução de problemas: 0-25%***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***The classes are essentially of expository nature and should include examples that lead the students to understanding and applying the material being taught. The classes should be focused on the teaching of the reasoning processes, so that the students learn how to manipulate the objects presented along the course and more easily find out by themselves how to reach other results by independent reading or problem solving. Some tutorial support will be available to help the students with the proposed tasks outside the classroom.*

Evaluation:**Exam: 0-100%****Midterm exam: 0-100%****Problem resolving report: 0-25%****6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria e os métodos envolvidos no estudo da teoria da aproximação e dos espaços de funções, incluindo os métodos e técnicas a adquirir pelos estudantes. As metodologias apresentadas nas aulas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos propostos, permitindo-lhes uma melhor compreensão das características da teoria e das suas aplicações.

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

Classes allow the introduction, the discussion, and the illustration of the theory and methods involved in approximation theory and function spaces, including the mathematical techniques to be acquired by the students. The methodologies taught in class are then applied by the students in the proposed tasks, leading them to a better understanding of the characteristics of the theory and their applications.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*G.E. Andrews, R. Askey, R. Roy, **Special Functions**, Cambridge Univ. Press, 1999.*

*C. Bennett, R. Sharpley, **Interpolation of Operators**, Academic Press, 1988*

*P. Deift, **Orthogonal Polynomials and Random Matrices**, Courant Lecture Notes, no. 3. AMS, 2000.*

*R.A. DeVore, G.G. Lorentz: **Constructive Approximation**, Springer, 1993.*

*M.E.H. Ismail, **Classical and Quantum Orthogonal Polynomials in One Variable**, Cambridge Univ Press, 2005.*

*E.M. Nikishin, V.N. Sorokin, **Rational Approximations and Orthogonality**, vol. 92, AMS, 1991.*

*B. Simon, **Orthogonal Polynomials on the Unit Circle, Parts 1 & 2**, AMS, 2004.*

*E. Stein, **Singular Integral and Differentiability properties of Functions**, Princeton Univ Press, 1979.*

*H. Triebel, **Theory of Function Spaces**, Birkhauser, 1983.*

*S. Yakubovich, Yu. Luchko, **Hypergeometric Approach to Integral Transforms and Convolutions**, Kluwer, 1994.*

*W. Ziemer, **Weakly Differentiable Functions. Sobolev Spaces and Functions of Bounded Variation**, Springer, 1989.*

Mapa X - Teoria da Bifurcação / Bifurcation Theory**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Teoria da Bifurcação / Bifurcation Theory

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Isabel Salgado Labouriau

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Alexandre Rodrigues (alexandre.rodrigues@fc.up.pt), Ana Paula Dias (apdias@fc.up.pt), Manuela Aguiar (maguiar@fep.up.pt), Sofia Castro (sdcastro@fep.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A aprendizagem pretende dotar os alunos das ferramentas básicas para o estudo de bifurcações de equações diferenciais e equações às diferenças.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The students will be provided with the basic tools for studying bifurcations in differential equations and difference equations.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao estudo de alterações do comportamento qualitativo em equações diferenciais e em equações às diferenças com parâmetros. Estas alterações incluem, por exemplo, o aparecimento ou desaparecimento de estados de equilíbrio, mudanças no comportamento periódico das soluções, mudanças de estabilidade ou o aparecimento de comportamento caótico. Em particular: pontos de dobra ou sela-nó, pitchfork, singularidades de pontos fixos ou de equilíbrio de condimensão mais alta; bifurcação em ciclos homoclínicos; bifurcação de Hopf; duplicação de período; cascatas de duplicação de período. Poderão ser tratadas classes especiais de sistemas dinâmicos como equações diferenciais com simetria ou sistemas de células acopladas.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to the study of qualitative changes in differential equations and difference equations with parameters. These changes include, for instance, the creation and destruction of equilibrium states, changes in periodic behaviour of solutions, changes in stability and transition to chaotic behaviour. In particular: fold or saddle-node points, pitchforks, higher codimension singularities of equilibria or fixed points; bifurcation at homoclinic cycles; Hopf bifurcation; period doubling; period doubling cascades. Special classes of dynamical systems may also be treated, for instance differential equations with symmetry or coupled cell

systems.

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

O conteúdo programático aborda as ferramentas básicas para dotar os estudantes de capacidade para abordar problemas de bifurcações de equações diferenciais e equações às diferenças.

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

The syllabus contains the basic tools that allow a student to address questions in studying bifurcations in differential equations and difference equations.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As horas de contacto distribuem-se entre aulas de apresentação dos conteúdos do programa, recorrendo-se a exemplos para ilustrar os conceitos tratados e orientar os estudantes, e sessões de resolução de exercícios e problemas, previamente indicados.

Avaliação:

Exame: 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The contents of the syllabus are presented in the lectures, where examples are given to illustrate the concepts, that are complemented with lectures where exercises and related problems are solved.

Evaluation:

Exam: 100%

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

Uma primeira exposição da matéria com posterior exemplificação e experimentação na resolução de problemas por parte dos estudantes permite uma sedimentação duradoura dos conhecimentos a adquirir.

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

The teaching evolves from lecturing on the concepts to illustration and experimentation by the students through problem solving thus providing a lasting learning of the intended materials.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M. Golubitsky, I.N. Stewart, and D.G. Schaeffer, Singularities and Groups in Bifurcation Theory, vol. 2, Applied Mathematical Sciences 69, Springer-Verlag, New York, 1988.

M. Golubitsky and D.G. Schaeffer, Singularities and groups in bifurcation theory, vol. 1, Applied Mathematical Sciences 51, Springer-Verlag, New York, 1985.

M. Golubitsky, I.N. Stewart, and D.G. Schaeffer, The Symmetry Perspective: from equilibrium to chaos in phase space and physical space, Birkhäuser, Basel, 2002.

J. Guckenheimer and P. Holmes, Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields, Springer-Verlag, New York, 1983.

Y.A. Kuznetsov, Elements of applied bifurcation theory, Springer-Verlag, New York, 1995.

Mapa X - Teoria da Representação / Representation Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria da Representação / Representation Theory

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Samuel Lopes

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Ana Paula Santana (aps@mat.uc.pt), Christian Lomp (clomp@fc.up.pt), Ivan Yudin (yudin@mat.uc.pt), Paula Carvalho (pbcarval@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

A unidade curricular tem por objetivo proporcionar conhecimentos sobre Teoria da Representação a um nível avançado. Pretende-se que o estudante fique familiarizado com as principais técnicas desta área da Álgebra, ou pelo menos com familiaridade suficiente com várias delas para poder posteriormente adquirir por si outras que lhe venham a ser úteis.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this course is to provide a general knowledge of Representation Theory at an advanced level. It is intended that the students become familiar with the main basic techniques and results of this area of Algebra, or at least attain enough familiarity with some of them to be able to acquire others by themselves that may later prove to be useful.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa é variável de ano para ano. A seguinte lista é constituída por tópicos opcionais:

1. Álgebras associativas, quivers e álgebras de caminho, representações irredutíveis e indecomponíveis, Lema de Schur, álgebras semisimples, teoremas de Jordan-Holder e Krull-Schmidt, representações de álgebras de dimensão finita.
2. Representações de quivers. O Problema dos três subespaços, sistemas de raízes sem multiplicidade, funtores de reflexão, Teorema de Gabriel.
3. Grupos de Lie, álgebras de Lie e as suas álgebras universais. Classificação das álgebras de Lie semisimples de dimensão finita e das suas representações. Álgebras envolventes quânticas.
4. Representações de grupos finitos: Teorema de Maschke, duais e produtos tensoriais, caracteres: ortogonalidade, tabela. Teorema de Burnside, representações induzidas e os seus caracteres, reciprocidade de Frobenius.
5. Representações dos grupos simétrico e geral linear, dualidade de Schur-Weyl, Teorema Fundamental da teoria de invariantes.

6.2.1.5. Syllabus:

The syllabus will vary from year to year. The following is a list of optional suggested topics:

1. Associative algebras, group algebras, quivers and path algebras, irreducible and indecomposable representations, Schur's lemma, semisimple algebras, Jordan-Holder and Krull-Schmidt theorems, representations of finite-dimensional algebras.
2. Representations of quivers. The triple subspace problem, simply laced root systems, reflection functors, Gabriel theorem.
3. Lie groups, Lie algebras and enveloping algebras. Classification of semisimple Lie algebras and their representations. Quantized enveloping algebras.
4. Representations of finite groups: Maschke theorem, duals and tensor products of representations, characters, orthogonality of characters, character tables, Burnside's theorem, induced representations and their characters, Frobenius reciprocity.
5. Representations of the symmetric group and the general linear group, Schur-Weyl duality, 1st fundamental theorem of invariant theory.

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

Os conteúdos programáticos elencam um conjunto de tópicos e técnicas da área de Teoria da Representação que são por um lado considerados standard na área, e ao mesmo tempo suficientemente abrangentes para permitir que possam ser estudados exemplos e aplicações em diferentes contextos e áreas da matemática. Esta diversidade permite revelar as ideias e os métodos que caracterizam a área da Teoria de Representação.

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

The syllabus covers a set of topics and techniques from Representation Theory which are on one hand considered standard in the area, and on the other hand encompassing examples and applications in different contexts and areas of mathematics. This diversity reveals the common ideas and methods which characterize Representation Theory.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm caráter expositório, cabendo ao docente a escolha do meio mais adequado para o efeito e a margem de intervenção dos estudantes. Como parte integrante da aprendizagem, poderá ser recomendada ou exigida a resolução de exercícios, trabalhos escritos ou apresentações orais.

Avaliação:

Exame: 40%

Resolução de problemas: 40%

Trabalho de síntese: 20%

Outra (participação na aula): 0-25%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures have an expository character, being up to the professor the choice of the most appropriate way to do it and the degree of participation of the students. As an integral part of the learning process, it may be recommended or required the solution of exercises, course projects or oral presentations.

Evaluation:

Exam: 40%

Problem resolving report: 40%

Synthesis work: 20%

Other (participation in class): 0-25%

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

Os tópicos são apresentados numa sequência crescente de complexidade, evidenciando a evolução dos assuntos tratados, o que facilita a compreensão dos vários tópicos de aprendizagem e da sua interligação. As metodologias de ensino permitem capacitar o estudante nas vertentes teórica e prática e de iniciação à investigação em Teoria da Representação. As partes teórica e prática são desenvolvidas com a resolução de problemas de forma a fomentar a compreensão e consolidação dos conteúdos programáticos. A parte de investigação é adquirida no desenvolvimento dos trabalhos individuais ou de grupo.

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

The subject will be presented in an increasing sequence of complexity, highlighting the development of the topics covered, which enhances the understanding of the various notions covered and the connections between them. The teaching methodologies enable the engagement of the student in both theoretical, practical and research initiation aspects in Representation Theory. The theoretical and practical parts are developed by solving problems in order to foster understanding

and consolidation of the syllabus. The research part is acquired in the development of individual and group assignments.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- W. Fulton, J. Harris, Representation Theory, GTM, vol 129, Springer, 1991.*
J.P. Serre, Linear Representations of Finite Groups, GTM, vol 42, Springer, 1977.
K. Erdmann, M.J. Wildon, Introduction to Lie algebras, Springer UMS, Springer 2006.
P. Etingof, O. Golberg, S. Hensel, T. Liu, A. Schwendner, D. Vaintrob, E. Yudovina, Introduction to Representation Theory, SML, vol 59, AMS, 2011.
J.E. Humphreys, Introduction to Lie algebras and representation theory, GTM, vol 9, Springer, 1978.
I. M. Isaacs, Character theory of finite groups. AMS Chelsea Publ, 2006.
C.W. Curtis, I. Reiner, Representation theory of finite groups and associative algebras, AMS Chelsea Publ, 2006.
C.W. Curtis, Irving Reiner, Methods of representation theory, vol 1, John Wiley & Sons, 1990.
G. James, M. Liebeck, Representations and characters of groups, Cambridge Univ Press, 2001.
I. Assem, D. Simson, A. Skowronski, Elements of representation theory of associative algebras, vol 1, Cambridge Univ Press, 2006.

Mapa X - Teoria dos Jogos / Game Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria dos Jogos / Game Theory

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Alberto Adrego Pinto

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

Isabel Labouriau (islalabour@fc.up.pt), Manuela Aguiar (maguiar@fep.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

O curso visa introduzir de uma forma rigorosa os fundamentos da Teoria dos Jogos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The syllabus aims to introduce the scientific foundations of Game Theory.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Noções básicas de optimização, controlo e equações diferenciais estocásticas. Jogos estáticos e dinâmicos; jogos com sinalização; jogos estocásticos; jogos diferenciais; jogos evolutivos; aplicações.

6.2.1.5. Syllabus:

Basic notions on optimization, control and stochastic differential equations. Static and dynamic games; signaling games; stochastic games; differential games; evolutionary dynamics; applications.

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

O conteúdo programático apresenta os fundamentos da análise de estratégias vencedoras em jogos matemáticos, com aplicações à economia e à dinâmica de populações.

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

The syllabus presents the essential analysis of winning strategies of mathematical games, with relevant applications to economy and population dynamics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As horas de contacto distribuem-se entre aulas de apresentação dos conteúdos do programa, recorrendo-se a exemplos para ilustrar os conceitos tratados e orientar os estudantes, e sessões de resolução de exercícios e problemas, previamente indicados.

Avaliação:

Trabalho de Investigação: 50%

Trabalho de síntese: 50%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The contents of the syllabus are presented in the lectures, where examples are given to illustrate the concepts, that are complemented with lectures where exercises and related problems are solved.

Evaluation:

Research work: 50%

Synthesis work: 50%

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

Uma primeira exposição da matéria com posterior exemplificação e experimentação na resolução de problemas por parte dos estudantes permite uma sedimentação duradoura dos conhecimentos a adquirir.

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

The teaching evolves from lecturing on the concepts to illustration and experimentation by the students through problem solving thus providing a lasting learning of the intended materials.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. Fudenberg and J. Tirole, Game Theory, MIT Press, 1991.

R. Gibbons; A Primer in Game Theory, Prentice Hall, 1992.

J. Hofbauer, K. Sigmund, Evolutionary Games and Population Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.

A. Araújo, Introdução à Economia Matemática, IMPA, 1983.

S. Pliska, Introduction to Mathematical Finances, Blackwell Publishing, Oxford, 1997.

P. Protter, Stochastic integration and differential equations, Springer-Verlag, New-York, 1990.

I. Karatzas and S.E. Shreve, Brownian motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, 1988.

Mapa X - Teoria Ergódica / Ergodic Theory**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Teoria Ergódica / Ergodic Theory

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria de Fátima Taveira Pires de Carvalho

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

José Ferreira Alves (jfalves@fc.up.pt)

T - Teórico – 60h | T - Theoretical – 60h

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

Pretende-se que os alunos contactem com os objectos, propriedades estatísticas, problemas e métodos de análise de sistemas dinâmicos que preservam uma medida de probabilidade.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should become acquainted with the methods for qualitative analysis of the statistical properties of a dynamical system with respect to an invariant measure, on a complement to the classical approach which highlights generic topological aspects. Emphasis is given to the context of physical systems with a high degree of instability.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Convergência em L^p , em medida e q.t.p.; integração; Teoremas de Fatou, de Convergência Monótona e de Convergência Dominada; isomorfismo em medida. Órbita periódica, recorrente, não-errante, densa; conjugação, estabilidade. Medidas invariantes por uma dinâmica. Invariantes por isomorfismos. Existência de probabilidades invariantes por funções contínuas em espaços métricos compactos. Medidas ergódicas/mixing; tradução dinâmica e espectral de propriedades métricas. Exemplos: homeomorfismos de \mathbb{R} ; $qx(\text{mod } 1)$; função de Gauss; shifts; potências z^n em S^1 ; rotações de S^1 ; aplicações lineares de \mathbb{R}^n ; difeomorfismos de Anosov; ferradura de Smale; triângulo pedal; mecanismos acoplados; cadeias de Markov; motores de pesquisa. Teoremas de Poincaré, de Birkhoff e de Kac. Aplicações: Teorema de Borel sobre números normais; Teoremas de recorrência múltipla; Teorema de van der Waerden. Decomposição ergódica. Entropia métrica e topológica. Princípio variacional e estados de equilíbrio.

6.2.1.5. Syllabus:

Convergence in L^p , in measure and a.e.; integrability; Fatou Lemma, Monotone Convergence and Dominated Convergence; isomorphism in measure. Periodic orbit, recurrent, non-wandering, dense; conjugacy, stability. Invariant measures by a dynamic. Invariants by isomorphism. Existence of invariant probability measures for continuous dynamics on compact metric spaces. Ergodicity, mixing, uniquely ergodicity; dynamical and spectral interpretations of these metrical properties. Examples: homeomorphism of \mathbb{R} ; $qx(\text{mod } 1)$; Gauss map; shifts; powers of z and rotation in S^1 ; linear maps in \mathbb{R}^n ; Anosov diffeomorphisms; Smale horseshoe; pedal triangle; coupled systems; Markov chains; search engines. Poincaré, Birkhoff and Kac Theorems; connection with the second law of Thermodynamics. Applications: Borel Theorem on normal numbers; Multiple Recurrence Theorem; van der Waerden Theorem. Ergodic decomposition. Topological and measure-theoretic entropy. Variational principle and equilibrium states.

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

O programa é uma introdução a uma área recente mas com grande impacto em Matemática e noutras ciências. A lista de tópicos ensinados contém uma componente clássica e outra que é resultado de investigação recente de elevada qualidade, e inúmeros exemplos de aplicação.

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

The syllabus is an introduction to a recent but outstanding research mathematical area. The list of topics chosen for this course includes a preliminary classical content and results from recent research of high quality, besides several examples and applications.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas é apresentado o conteúdo do programa, recorrendo-se frequentemente a exemplos para ilustrar os conceitos tratados, à resolução de exercícios e à discussão de problemas previamente indicados. É sugerida uma lista curta, mas adequada e completa, de obras existentes na biblioteca da UC e UP para consulta.

Avaliação:

Exame: 40%

Trabalho de Investigação: 60%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The content of the syllabus is presented in the lectures, where examples are given to illustrate the concepts and several exercises and problems are solved and discussed. Reading suggestions, additional bibliography and other resources are available for students at the unit's web page or the UC or UP library.

Evaluation:

Exam: 40%

Research work: 60%

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

*Os estudantes são incentivados a ler obras de *Sistemas Dinâmicos e Teoria Ergódica* com qualidade invulgar, a trabalhar nos problemas propostos e a participar na sua discussão, favorecendo assim a consolidação dos seus conhecimentos nesta área e o domínio dos métodos matemáticos que ela utiliza.*

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

*Students are encouraged to read mathematical works of unexcelled quality, to work in advance on the proposed problems and to participate in their discussion, helping further to improve their knowledge and command of the methods that characterize the research in *Dynamical Systems and Ergodic Theory*.*

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*P. Halmos, *Measure theory*, Springer New York, 1974.*

*P. Halmos, *Lectures on Ergodic Theory*, Chelsea New York, 1956.*

*R. Mané, *Introdução à Teoria Ergódica*, IMPA, 1983.*

*K.R. Parthasarathy, *Probability Measures on Metric Spaces*, Academic Press, 1967.*

*K. Petersen, *Ergodic Theory*, Cambridge University Press, 1995.*

*P. Walters, *An Introduction to Ergodic Theory*, Springer New York, 1982.*

Mapa X - Projeto de Tese / Thesis Project

6.2.1.1. Unidade curricular:

Projeto de Tese / Thesis Project

6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Qualquer docente do Programa | Any faculty member of the Program

6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

OT - Orientação Tutorial - 30h / OT - Tutorial - 30h

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

O objetivo principal é a preparação e o treino de conhecimentos para a elaboração de uma futura tese, sob orientação de um professor.

Esta unidade curricular de projecto permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de formular e resolver problemas; expressões escrita e oral rigorosas e claras. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma, de investigação e de comunicação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal is preparing and training the knowledge for a future thesis, under the supervision of a faculty member.

The project course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results; ability to formulate and solve problems; ability to communicate well and clearly, in speaking and writing. On the personal level it also allows to develop self-learning, research and communication skills.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa será estabelecido pelo orientador do projeto (e da correspondente tese).

6.2.1.5. Syllabus:

The program will be established by the project (and corresponding thesis) adviser.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
O tema do projeto deve ser apropriado, em dificuldade e extensão, a um projecto inicial de tese de um programa de doutoramento em Matemática.

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

The topic of the project must be appropriate, in difficulty and length, for an initial thesis project in a PhD program in Mathematics.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Haverá atribuição dum tema de projeto com indicações bibliográficas precisas, com vista a calibrar os conhecimentos do estudante para a preparação de uma futura tese em Matemática. O trabalho consistirá na leitura e estudo por parte do aluno, guiado pelo orientador do projeto.

Avaliação:

Outra (defesa pública perante júri): 100%

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A project topic and a precise list of bibliographic items will be given, considering the necessary knowledge of the student for the preparation of a future dissertation in Mathematics. The work will consist of reading and studying, under the guidance of the project adviser.

Evaluation:

Other (public defense with a jury): 100%

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

Espera-se que o trabalho do aluno, devidamente acompanhado e orientado, o prepare para os seus trabalhos futuros na elaboração da tese e o leve a identificar problemas de investigação em aberto.

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

It is hoped that the work of the student, properly guided and supervised, will prepare him/her better for future work in the preparation of the dissertation and will lead him/her to the identification of open research issues.

6.2.1.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Capítulos de livros avançados e/ou artigos científicos.

Chapters of advanced books and/or research papers.

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares.

As horas de contacto são fundamentalmente teóricas. Nelas é apresentado o conteúdo do programa, recorrendo-se frequentemente a exemplos para ilustrar os conceitos tratados, à resolução de exercícios e à discussão de problemas previamente indicados. O ensino expositivo dos fundamentos de cada disciplina, acompanhado pela intervenção dos alunos, contribui para uma melhor interiorização pelos estudantes dos conceitos, teorias e modelos que estão a ser apresentados pelos docentes do curso. Sugestões de leitura, bibliografia adicional e outros recursos estão disponíveis para os estudantes nas páginas da unidade ou nas bibliotecas dos Departamentos.

As disciplinas de Seminário e Projeto de Tese estão especialmente vocacionadas para o desenvolvimento de Projetos de Investigação cuidadosamente fundamentados, preparados e avaliados.

6.3.1. Suitability of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

The content of the syllabus is presented in lectures, where examples are given to illustrate the concepts and several exercises and problems are solved and discussed. Exposing fundamental disciplinary contents, immediately followed by students' comments promotes a deeper understanding of the new concepts, theories and models, introduced by the lecturer. Reading suggestions, additional bibliography and other resources are available for students at the unit's web pages or the departmental libraries.

The Seminar and the Thesis Project are focused on the development of research projects carefully designed, prepared and evaluated.

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

Os inquéritos pedagógicos preenchidos anualmente contém informação sobre a carga de trabalho. Além disso, existem representantes dos estudantes junto da Comissão Coordenadora que transmitem todos os eventuais problemas no funcionamento das unidades curriculares.

6.3.2. Means to check that the required students' average work load corresponds the estimated in ECTS.

Pedagogical surveys answered every year provide the information, from the student point of view, about workload. In addition, there are representatives of the students that meet with the Steering Committee and transmit all possible problems about the running and operation of the curricular units.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

A avaliação das diferentes disciplinas do curso doutoral é feita de modos diferenciados. Assim disciplinas consideradas como fornecedoras de conteúdos básicos, que devem ser adquiridos por todos os alunos, têm exames escritos presenciais obrigatórios, com peso decisivo na nota final. A parte complementar da avaliação envolve a apresentação e eventual discussão de trabalhos escritos, focados em aspetos fundamentais da disciplina em causa. Algumas disciplinas são apenas avaliadas por trabalhos apresentados pelos alunos, eventualmente discutidos oralmente. As disciplinas de projeto de Tese e de Tese de Doutoramento têm avaliações fundamentadas em relatórios escritos e discussão perante um júri, proposto pela Comissão Coordenadora, e aprovado pelas Comissões Científicas dos dois departamentos.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The evaluation of the different units of the doctoral course is done in different ways. Thus disciplines considered as providers of basic contents, which must be acquired by all students, have compulsory written exams, with decisive weight in the final grade. The complementary part of the evaluation involves the presentation and eventual discussion of written works, focused on fundamental aspects of the discipline in question. Some other disciplines are evaluated only by written essays presented by the students, with possible oral discussion. The Thesis Project and the Doctoral Thesis units are evaluated based on written reports and a discussion before a jury, proposed by the Steering Committee, and approved by the Scientific Committees of both departments.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em atividades científicas.

Na disciplina de Seminário, os estudantes têm um primeiro contacto com os projectos de investigação desenvolvidos pelos docentes do Programa, quer assistindo a exposições dos docentes quer apresentando pequenas palestras. Haverá atribuição de um tema para estudo com indicações bibliográficas. O trabalho do estudante, acompanhado regularmente pelo orientador, consistirá na leitura, estudo, discussão e apresentação do tema atribuído.

Com o Projecto de Tese, os estudantes começam a elaborar o seu projecto futuro de investigação, sob orientação de um professor, desenvolvendo as seguintes competências: conhecimento de resultados matemáticos; aprendizagem autónoma, capacidade de formular e resolver problemas; expressões escrita e oral rigorosas e claras.

Os estudantes são integrados no Centro de Investigação do seu orientador, passando a participar em todas as actividades do respectivo grupo de investigação, e tendo acesso a apoio para a participação em conferências internacionais da área.

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

In the Seminar unit, students have a first contact with the research projects developed by the Faculty of the Program, either attending lectures or presenting some brief talk. They are assigned some topic for study with bibliographical resources. The student's work, supervised by the tutor, will consist of reading, studying, discussing and presenting the assigned theme. With the Thesis Project, students begin to elaborate their future research project, under the guidance of some teacher, developing the following competences: knowledge of mathematical results; autonomous learning, ability to formulate and solve problems; rigorous and clear written and oral expressions.

The students are integrated in the Research Center of their advisor, participating in all the activities of the respective research group, with access to financial support for attending international conferences in their subject area.

7. Resultados

7.1. Resultados Académicos

7.1.1. Eficiência formativa.

7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	11	5	6
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	5	2	1
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	5	2	4
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	1	1
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	0	0

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

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

Embora com alguns níveis de classificação diferenciados, é muito elevado o sucesso escolar em todas as unidades curriculares deste curso de Doutoramento, não existindo casos de estudantes que não tenham completado a parte escolar. Além disso, não existem casos registados de desistência entre os estudantes que iniciaram a preparação da sua tese de doutoramento.

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.
Although with differentiated levels of classification, the success in curricular units of this PhD course is very high, and there are no cases of students who have not completed the curricular part. In addition, there are no cases of withdrawal among the students who started preparing their doctoral thesis.

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

Até ao momento, os bons resultados do sucesso escolar não tornaram necessária qualquer intervenção a este respeito.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

Up to now, the positive results in the academic success have not required any intervention in this regard.

7.1.4. Empregabilidade.

7.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	95
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	5
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	100

7.2. Resultados das atividades 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 respetiva classificação (quando aplicável).

*Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC) - Excepcional
 Centro de Matemática da Universidade do Porto (CMUP) - Excelente*

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).

*Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC) - Exceptional
 Centro de Matemática da Universidade do Porto (CMUP) - Excellent*

7.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/d4084250-0afb-ae8b-998c-59e0ce6102ff>

7.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/d4084250-0afb-ae8b-998c-59e0ce6102ff>

7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

As atividades desenvolvidas no âmbito do Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática têm impacto nas atividades de investigação dos Centros de Matemática das Universidades de Coimbra e Porto. O Programa é encarado pelas Universidades de Coimbra e do Porto como um instrumento essencial no treino de matemáticos jovens e talentosos e no apoio a uma actividade de investigação de excelência em Ciências Matemáticas. De facto, o programa melhora a capacidade dos programas de investigação de ambas as universidades, uma vez que redimensiona os vários grupos de investigação, os quais vêm a sua massa crítica crescer, e contribui para a energia e o entusiasmo dos ambientes de investigação. A forma como procuramos a excelência é, assim, extremamente dependente da existência e funcionamento regular de um programa de doutoramento de elevada qualidade capaz de atrair estudantes com talento.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

The activities carried out under the UC/UP Joint PhD Program have an impact on the research activities of the Mathematics Centers of the Universities of Coimbra and Porto. The Program is seen by the Universities of Coimbra and Porto as a fundamental tool for training young talented mathematicians and supporting research activity of excellence in Mathematical Sciences. In fact, the Program refuels the research program of both universities, enlarging the various research teams, reaching more critical mass, and contributing to the enthusiasm of the scientific environment. Our pursuit of excellence is thus extremely dependent on a high-quality PhD program, run on a continuous basis, and capable of attracting talented students.

7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

Sempre houve um envolvimento dos docentes numa variedade de programas e redes europeias, oferecendo aos nossos estudantes a possibilidade de participar em workshops e cursos de curta duração da mais alta qualidade. Estes recursos de rede dos dois parceiros são disponibilizados aos estudantes, que são encorajados a realizar estadas curtas no estrangeiro, principalmente nos segundo e terceiro anos do programa. A escola de verão é certamente uma ótima oportunidade para estabelecer novos contatos internacionais. Além disso, os estudantes mais seniores receberão os meios (orçamento e logística) para convidar 2 ou 3 académicos, organizando essas visitas com o objetivo de aumentar a sua visibilidade internacional,

melhorar as suas práticas organizacionais e lançar redes de colaboração científica futuras. Tudo isto é monitorizado pelo Diretor do Programa em coordenação, quando apropriado, com os organizadores dos colóquios e seminários dos grupos de investigação dos departamentos e centros.

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

There has always been an engagement of our faculty in a variety of European programs and networks, offering to our students the possibility of participating in workshops and short courses of the highest quality. All networking resources of the two partners are made available to students who are encouraged to make short visits abroad mainly in their second and third years of the program. The Summer school program is certainly an excellent opportunity for establishing new international contacts. In addition, the most senior students will be given the means (budget and logistics) to invite 2 or 3 scholars every year, hosting their short visits, with the purpose of increasing their visibility, of improving their organizational skills, and of starting future scientific networking. Such an enterprise will be monitored by the Program Director in coordination, when appropriate, with the colloquia and research group seminars of the departments and centers.

7.2.6. Utilização da monitorização das atividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

O programa é dirigido por um Diretor e uma Comissão Coordenadora. O Diretor providencia a visão e estratégia, assegura os mais altos padrões internacionais, garante que o programa é monitorizado e contribui ativamente para reunir professores e estudantes num objectivo comum. O Diretor preside à Comissão Coordenadora. A Comissão Coordenadora seleciona o corpo docente, estabelece as atividades curriculares complementares (seminário de investigação e escola de verão), administra o processo de admissão dos alunos e acompanha de perto a integração dos novos alunos admitidos. Durante os semestres letivos, a Comissão Coordenadora reúne-se regularmente com o responsável pela unidade curricular de seminário, um estudante representante dos estudantes do primeiro ano e um representante dos estudantes em trabalho de preparação de tese. Este conselho alargado reúne feedback do funcionamento do programa, identifica potenciais problemas e debate possíveis soluções, novas ideias e oportunidades.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

The program is governed by a Program Director and a Steering Committee within a full commitment for account-giving and at-large governing. The Director provides vision and strategy, assures the highest international standards, makes sure the program is accountable, and actively contributes to bring together board members, faculty, and students. The Director chairs the Steering Committee. The Steering Committee selects the faculty, lays out the complementary curricular activities (research seminar and Summer school, runs the students admission process and then closely follows the integration of the admitted students. During course terms, the Steering Committee meets with the responsible of the curricular seminar, one student representative of freshman students, and one representative of already thesis supervised students. Such a council-at-large gathers feedback of the program, identifies potential problems and debates possible solutions, and seeks for new ideas and opportunities.

7.3. Outros Resultados

Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

7.3.1. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos.

Refletem-se nos projetos que os membros do corpo docente lideram, bem como no grande número de cargos que ocupam em comités matemáticos nacionais, entre os quais mencionamos: 16 investigadores principais (IPs) de projetos de investigação da FCT; 3 IPs de projetos QREN / Agência Portug. de Inovação; 2 IPs de bolsas da Fundação Gulbenkian; editor-chefe da principal revista portuguesa de matemática (Portugaliae Mathematica); 4 (de 9) dos editores portugueses da Portugaliae Mathematica; 3 (de 5) membros do conselho executivo do Centro Internacional de Matemática (CIM); 4 (de 6) membros portugueses do Conselho Científico do CIM; diretor do Carnegie Mellon Univ. - Programa Portugal ICTI em Matemática Aplicada; diretor do programa UT Austin | Portugal na Área da Matemática; um membro do conselho executivo da Sociedade Portuguesa de Matemática; um membro do conselho executivo da Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional, e a lista certamente não se esgota aqui.

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training in the main scientific area(s) of the study programme.

This is reflected in the projects the Faculty members lead as well as in the large number of positions they take in national mathematical committees, among which we mention: 16 principal investigators (PIs) of FCT research projects; 3 PIs of QREN/Portug. Innovation Agency projects; 2 PIs of Gulbenkian Foundation grants; the editor-in-chief of the main Portuguese math journal, Portugaliae Math.; 4 (out of 9) of the Portuguese editors of Portugaliae Math.; 3 (out of 5) members of the executive board of the International Center for Mathematics (CIM); 4 (out of 6) Portuguese members of the Scientific Council of CIM; the director of the Carnegie Mellon Univ. - Portugal ICTI Program in Applied Math.; the director of the UT Austin|Portugal Program in the Area of Math.; a member of the executive board of the Portuguese Math. Society; a member of the executive board of the Portuguese Association of Theoretical, Applied and Computational Mechanics, and the list is certainly not exhausted.

7.3.2. Contributo real dessas atividades para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a ação cultural, desportiva e artística.

O nosso país investiu consideravelmente na criação dos corpos de professores dos departamentos de matemática das duas universidades, que estiveram sempre entre as três ou quatro instituições nacionais líderes em Matemática. Desta forma, o programa é por nós encarado como uma forma bem sucedida de transferir o conhecimento acumulado dos nossos professores para a comunidade académica e para o sector industrial, através dos nossos antigos alunos. Igualmente importante, por outro lado, o programa de doutoramento melhora a capacidade dos programas de investigação de ambas as universidades, uma vez que redimensiona os vários grupos de investigação, os quais vêm a sua massa crítica crescer, e contribui para a

energia e o entusiasmo dos ambientes de investigação. A forma como procuramos a excelência é, assim, extremamente dependente da existência e funcionamento regular de um programa de doutoramento de elevada qualidade capaz de atrair estudantes com talento.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.
The country has invested enormously in the Math faculty of both departments who have always been among the three or four leading national institutions in Mathematics and must continue to play an important role in PhD training. In such a way, the program is regarded by us as a form of successfully transferring accumulated knowledge, from our faculty to the academic community and the industrial sector, through our graduate alumni.

Equally important, on the other hand, the PhD program refuels the research program of both universities, enlarging the various research teams, reaching more critical mass, and contributing to the enthusiasm of the scientific environment. Our pursuit of excellence is thus extremely dependent on a high-quality PhD program, run on a continuous basis, and capable of attracting talented students.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a Instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.
O programa tem o seu próprio site em www.mat.uc.pt/phd_prog, contendo o procedimento de candidaturas on-line e toda a informação atualizada sobre o programa (incluindo anúncios de eventos e das teses em preparação) e a instalação em Coimbra e Porto. Os anúncios de bolsas oferecidas pelo programa são amplamente divulgados usando uma série de listas de e-mail e sites académicos, como os da American Math. Society, European Math. Society, Society for Industrial and Applied Math., e vários centros europeus de investigação em matemática. No país, o programa é anunciado pelos vários canais da Sociedade Portuguesa de Matemática e através das páginas web das duas universidades. O processo é apoiado pelo secretariado dos dois centros de investigação, amplamente experientes na matéria.

Finalmente, fazemos uso da nossa valiosa rede de contatos pessoais para disseminar o anúncio do programa e respectivas bolsas de estudo entre diversas instituições de investigação e departamentos académicos.

7.3.3. Suitability of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.
The program has its own web site at www.mat.uc.pt/phd_prog containing the on-line application procedure and all up-to-date information about the program (including events and theses in preparation) and the living in Coimbra and Porto.

The fellowship positions granted within the program are widely advertised using a number of email lists, digests, and academic job websites, such as those of the American Math. Society, European Math. Society, Society for Industrial and Applied Math., and of the various European training and research groups. In the country, the program is announced by the several channels of the Portuguese Math. Soc. and through the various web pages of the two universities. The process is supported by the secretary staff of the centers who are largely experienced in the matter.

Finally, we make use of our own valuable network of personal contacts to disseminate the program and the fellowship positions to a diversity of research institutions and academic departments.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	55
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	0
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	0
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	0

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

O programa foi criado em 2007 em resposta à necessidade de dirigir para um público internacional a crescente actividade dos Departamentos de Matemática das Universidades de Coimbra e do Porto na orientação científica de estudantes de Doutoramento. O programa tornou-se na primeira escola de pós-graduação em Matemática em Portugal, de âmbito internacional, estando hoje consolidadas a sua estrutura e práticas sendo os professores envolvidos investigadores muito activos. O programa, através de uma divulgação bem dirigida e dos contactos internacionais dos seus professores, atraiu estudantes da Europa (Itália, Espanha, Alemanha, Holanda, Polónia, Turquia, Reino Unido, Suécia, Grécia e Rússia), Ásia (China, Irão, Paquistão, Malásia), América Central/Sul (Brasil, Costa Rica, Venezuela) e África (Tanzânia), bem como de Portugal. O programa está agora na sua 10ª edição; assim, a nossa experiência na gestão de um programa de doutoramento é um dos nossos principais activos. Os outros são:

-Formação avançada cobrindo um largo espectro de tópicos actuais da investigação em matemática. A parceria entre as duas universidades proporcionou-nos um corpo docente de melhor qualidade, ao mesmo tempo que possibilitou uma cobertura mais ampla de áreas matemáticas. Do ponto de vista das parcerias científicas, os Departamentos de Matemática das Universidades de Coimbra e Porto exibem uma interessante complementaridade que permite que a oferta educativa do Programa seja completa quer em Matemática Pura quer em Matemática Aplicada.

- A qualidade do corpo docente do programa está ao melhor nível do que pode ser encontrado no país em Matemática.

- Corpo docente integrado em unidades de investigação com amplo reconhecimento internacional. Os centros trazem para o meio académico dos departamentos um ambiente de investigação estimulante e dinâmico. Ambos os centros são extremamente

ativos na organização de seminários regulares em uma ampla gama de áreas de investigação. Organizam também com regularidade cursos intensivos avançados que podem ser articulados com os do programa. Ambos os centros têm seus próprios professores visitantes seniores e investigadores de pós-doutoramento. Estão frequentemente envolvidos na organização de conferências internacionais de renome e envolvidos em programas e projectos internacionais de investigação em matemática pura, aplicada e engenharia matemática. O programa é bem nutrido pela investigação e grupos interdisciplinares dos centros e pelas instalações gerais oferecidas aos alunos.

- A formação de investigadores competitivos é medida por dois indicadores: a qualidade das suas publicações e o seu tipo de ocupação uma vez obtido o grau. Os dois indicadores sugerem que os objectivos estão a ser cumpridos. A integração dos estudantes na investigação científica é um dos aspectos de maior sucesso do Programa.

- Como resultado do contrato de financiamento de bolsas pela FCT, houve uma melhoria recente na atração de bons estudantes portugueses.

8.1.1. Strengths

The Program was created in 2007 in response to the need to organize and direct the international audience to the increasing role of the Departments of Mathematics of the University of Coimbra and Porto in guiding doctoral students. The Program became the first Portuguese graduate school in Mathematics with international scope; its structure and practices are nowadays settled, benefiting from a faculty of very active researchers. The Program, promoted through a focused international advertising and the net of links its faculty established, attracted students from Europe (Italy, Spain, Germany, The Netherlands, Poland, Turkey, United Kingdom, Sweden, Greece, Russia), Asia (China, Iran, Pakistan, Malasia), Central/South America (Brazil, Costa Rica, Venezuela) and Africa (Tanzania), as well as Portugal. The program is now in its 10th edition; so our experience in running a successful PhD program is one of our main assets. The other ones are:

- Advanced training covering a broad spectrum of current research topics in mathematics. The partnership has given us a faculty of quality better than the ones of the individual universities separately, at the same time that it led to a wider coverage of mathematical areas. From the point of view of scientific partnerships, the Departments of Mathematics of Coimbra and Porto exhibit an interesting complementarity that enables an interesting educational offer, which is complete either in Pure Mathematics and Applied Mathematics.

- The quality of the program faculty is at the best level of what can be found in Mathematics in the country.

- Faculty integrated in research units with a broad international recognition. The centers bring to the academic setting of the departments a stimulating and dynamic research environment. Both centers are extremely active in the organization of regular seminars in a wide range of topics. They often organize advanced intensive courses which can be articulated with those of the program. Both centers host their own senior visitors, senior post-doctoral researchers, and postdocs. They have also been frequently engaged in the organization of reputed international conferences and involved in international research networking programs. The program is well nurtured by the research and interdisciplinary environments and the overall facilities offered to students.

- The training of competitive scientists is measured by two indicators: the quality of their publications and their occupation after obtaining the degree. Both indicators suggest that the objectives of this Program are being achieved. The integration of the students in scientific research projects is one of the most successful aspects of the Program.

- As a result of FCT's scholarship contract, there has been an improvement in attracting excellent Portuguese students.

8.1.2. Pontos fracos

A procura do ciclo de estudos está diretamente relacionada com a possibilidade de os estudantes, sobretudo os estrangeiros, obterem apoio financeiro nacional para os seus estudos. Esta dependência tem sido nefasta para o ciclo de estudos, uma vez que, apesar de se receberem em média, nos últimos anos, mais de cinquenta candidaturas a cada edição, não mais de um sétimo delas se confirmam como estudantes matriculados no Programa.

8.1.2. Weaknesses

The demand of the course is directly related to the ability of the students, especially the foreign ones, to obtain financial support for their studies. This dependence has been disastrous for the cycle of studies, since, despite receiving an average of more than fifty applicants in each edition in the last years, no more than a seventh of them enroll as students in the Program.

8.1.3. Oportunidades

A experiência acumulada desde 2007, aumentou a visibilidade do Programa e das Escolas Matemáticas e Centros de Investigação que o suportam : DMUC, CMUC, DMUP e o CMUP. A existência de um Programa estruturado aumentou também a eficiência formativa ao nível doutoral e criou oportunidades de supervisão a um vasto número de docentes.

A cooperação científica e pedagógica entre as Universidades de Coimbra e do Porto permite dar ao Programa uma maior visibilidade nacional e internacional, ao mesmo tempo que cria oportunidades de colaboração entre os professores das duas instituições. A existência de uma certa complementaridade, entre as áreas científicas dominantes cultivadas nos Departamentos de Matemática da UC e da UP, representa uma certa extensão do corpo docente, uma ampla oferta de áreas de investigação e a abertura do programa numa base regular.

Oportunidades a aproveitar, a curto prazo:

- Reforço da colaboração em áreas de investigação mais aplicada.

- Diversificação de fontes de financiamento.

8.1.3. Opportunities

The experience, since 2007, has increased the visibility of the Program and of the Mathematical schools and research centres that support it (DMUC and CMUC, DMUP and CMUP), providing a recognized efficiency in training at a doctoral level and creating more occasions for supervising.

The scientific and educational cooperation between the Universities of Coimbra and Porto gives the Program greater national and international visibility, while creating opportunities for joint work between teachers and researchers of both institutions. The existence of a certain complementarity between the main scientific areas in the Departments of Mathematics of the University of Coimbra and Porto acts as an extension of the teaching staff, ensures a wide range of training areas and research domains and

allows the running of the Program at a regular basis.

Opportunities in short time:

- *To foster and strengthen collaboration in applied research areas.*
- *Diversification of funding sources.*

8.1.4. Constrangimentos

- Inconstância das políticas de financiamento público para a investigação científica, em particular da política da FCT de financiamento de programas de doutoramento e bolsas para doutoramento. A médio prazo, poderemos ter de nos confrontar com a impossibilidade de oferecer quaisquer bolsas de estudo aos melhores estudantes, que permita a concorrência com programas análogos em universidades europeias.

Todos os anos, por falta de financiamento, têm sido vários os candidatos admitidos que, não obtendo uma bolsa de estudos, não efetivam a sua inscrição. A viabilidade financeira do Programa, no que concerne a obtenção de bolsas para os estudantes, é o mais preocupante dos constrangimentos.

- Rigidez administrativa da gestão académica central das universidades relativamente à organização de programas em parceria.

8.1.4. Threats

- The inconstancy of public funding policies for scientific research, in particular the FCT policy regarding the support of doctoral programs and rules for doctoral fellowships. In the medium run, we may have to confront ourselves with the impossibility of offering scholarships to the best students, that allows us now to compete for the good students with similar programs in European universities.

Every year, there are several approved candidates who, however interested and promising, do not enroll because they are not able to get a grant for doctoral studies in Portugal. The financial viability of the Program, with respect to getting grants for students, is the most worrying threat.

- Administrative rigidity of the universities' academic management processes regarding the organization of programs in partnership

9. Proposta de ações de melhoria

9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

9.1.1. Ação de melhoria

1 - Definição e automatização da troca de informações relativas ao registo escolar dos estudantes entre os serviços académicos das duas universidades.

2 - Procurar outras fontes de financiamento para o programa.

9.1.1. Improvement measure

1 - Definition and automation of the exchange of information regarding the academic registration of students between the academic services of both universities.

2 - Look for other sources of funding for the program.

9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

1 - Prioridade Alta; Tempo de implementação de 12 Meses.

2 - Prioridade Média; Tempo de implementação de 18 Meses.

9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

1 - High Priority; Implementation time of 12 Months.

2 - Medium Priority; Implementation time of 18 Months.

9.1.3. Indicadores de implementação

1 - Tempo até à regularização do registo escolar dos estudantes em ambas as instituições co-organizadoras.

2 - Número de bolsas de investigação para estudantes do Programa previstas em projetos submetidos por membros dos centros de investigação que suportam o programa (CMUC e CMUP).

9.1.3. Implementation indicators

1 - Time until regularization of the students' school register in both co-organizing institutions.

2 - Number of research fellowships for students of the Program that are planned in research projects submitted by members of the research centers that support the program (CMUC and CMUP).

10. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1. Alterações à estrutura curricular

10.1.1. Síntese das alterações pretendidas*n/a***10.1.1. Synthesis of the intended changes***n/a***10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)****Mapa XI****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:***Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática***10.1.2.1. Study programme:***INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN 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 (0 Items)	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS 0	ECTS Optativos / Optional ECTS* 0
--	-----------------	---	--------------------------------------

*<sem resposta>***10.2. Novo plano de estudos****Mapa XII****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Programa Interuniversitário de Doutoramento em Matemática***10.2.1. Study programme:***INTER-UNIVERSITARY DOCTORAL PROGRAM IN 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 respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

<sem resposta>

10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

10.4.1.4. Objetivos 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 objetivos de aprendizagem da unidade curricular

<sem resposta>

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning 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 objetivos 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 de consulta/existência obrigatória:

<sem resposta>