

ACEF/1314/17882 — Guião para a auto-avaliação

Caracterização do ciclo de estudos.

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

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

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências (UL)

A3. Ciclo de estudos:
Matemática

A3. Study programme:
Mathematics

A4. Grau:
Doutor

A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):
Adequação - Deliberação nº 993/2009; Alteração - Despacho nº 5975/2010

A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Matemática

A6. Main scientific area of the study programme:
Mathematics

A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):
461

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

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

A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
180

A9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):
3 anos, 6 semestres

A9. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):
3 years, 6 semesters

A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:
10

A11. Condições de acesso e ingresso:

São admitidos como candidatos à inscrição no ciclo de estudos conducente ao grau de doutor em Matemática:

- a) Os titulares de grau de mestre ou equivalente legal na área científica de Matemática ou áreas afins;*
- b) A título excepcional, os titulares de grau de licenciado ou equivalente legal nas áreas acima especificadas ou áreas afins, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo conselho científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.*

A11. Entry Requirements:

The candidates admitted for enrolling in the cycle of studies leading to a PhD degree in Mathematics are:

- a) The holder of a master's degree or legal equivalent in the scientific area of Mathematics or related fields;*
- b) In exceptional circumstances, the holders of a degree or legal equivalent in the areas specified above or related areas, holders of an academic or scientific material that is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the scientific council of the Faculty Sciences, University of Lisbon.*

A12. Ramos, opções, perfis...**Pergunta A12**

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

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

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

A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Álgebra, Lógica e Fundamentos
Geometria e Topologia
Análise Matemática
Análise Numérica e Matemática Computacional
Física Matemática e Mecânica dos Meios Contínuos

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

Algebra, Logic and Foundations of Mathematics
Geometry and Topology
Mathematical Analysis
Numerical Analysis and Computational Mathematics
Mathematical Physics and Continuous Mechanics

A13. Estrutura curricular**Mapa I - Matemática (comum a todas as especialidades)****A13.1. Ciclo de Estudos:**

Matemática

A13.1. Study programme:

Mathematics

A13.2. Grau:

Doutor

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

Matemática (comum a todas as especialidades)

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

Mathematics (common to all specialities)

A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática/Mathematics	MAT/MATH	123	57
(1 item)		123	57

A14. Plano de estudos

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - 1º Ano

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

A14.1. Study programme:

Mathematics

A14.2. Grau:

Doutor

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

Matemática (comum a todas as especialidades)

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

Mathematics (common to all specialities)

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

1st. Year

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)
Opções do Grupo A/Options of Group A	MAT/MATH	Semestrais/Semester	672	-	24	Optativas/Optional
Opção do Grupo B/Option of Group B	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	-	6	Optativa/Optional
Seminário Avançado em Matemática/Advanced Seminar in Mathematics	MAT/MATH	Anual/Annual	84	OT: 30	3	Obrigatória/Mandatory
Opções do Grupo de Exames de Qualificação/Options of the Group Qualifying Exams	MAT/MATH	Anual/Annual	756	-	27	Optativas/Optional
(4 Items)						

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - 2º Ano

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

A14.1. Study programme:

Mathematics

A14.2. Grau:
Doutor

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Matemática (comum a todas as especialidades)

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Mathematics (common to all specialities)

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

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

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/Thesis	MAT/MATH	Plurianual/Plurianual	1344	OT: 60	48	Obrigatória/Mandatory
Seminário Doutoral em Matemática I/Doctoral Seminar in Mathematics I (2 Items)	MAT/MATH	Anual/Annual	336	OT: 45	12	Obrigatória/Mandatory

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - 3º Ano

A14.1. Ciclo de Estudos:
Matemática

A14.1. Study programme:
Mathematics

A14.2. Grau:
Doutor

A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Matemática (comum a todas as especialidades)

A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Mathematics (common to all specialities)

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

A14.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year

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/Thesis	MAT/MATH	Plurianual/Plurianual	1344	OT:60	48	Obrigatória/Mandatory
Seminário Doutoral em Matemática II/Doctoral Seminar in Mathematics II	MAT/MATH	Anual/Annual	336	OT:45	12	Obrigatória/Mandatory

(2 Items)

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - Grupo de Opções A

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

A14.1. Study programme:

Mathematics

A14.2. Grau:

Doutor

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

Matemática (comum a todas as especialidades)

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

Mathematics (common to all specialities)

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

Grupo de Opções A

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

Group of Options A

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Teoria Computacional de Grupos/Computational Group Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT: 30	6	Optativa/Optional
Ferramentas e Métodos Computacionais em Álgebra/Computational Tools in Algebra	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Tópicos sobre Teoria Combinatória e Geométrica de Grupos/Topics in Combinatorial and Geometrical Group Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Análise Harmónica em Grupos Finitos/Harmonic Analysis on Finite Groups	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Teoria dos Semigrupos Inversos/Inverse Semigroup Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Teoria das Matrizes/Matrix Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Tópicos de Lógica Matemática/Topics of Mathematical Logic	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Teoria da Demonstração/Proof Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Métodos Topológicos em Equações Diferenciais não Lineares/Topological Methods for non Linear Differential Equations	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT: 30	6	Optativa/Optional
Equações Diferenciais Ordinárias e Funcionais/Ordinary and Functional Differential Equations	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Métodos Matemáticos em Biologia/Mathematics Methods in Biology	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Biomatemática/Biomathematics	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional

Teoria de D-módulos e Geometria Simplética/Theory of D-Modules and Symplectic Geometry	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Teoria das Singularidades/Singularity Theory	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Leis de Conservação Hiperbólicas: teoria e aproximação numérica/Hyperbolic Conservation Laws: Theory and Numerical Approximation	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Cálculo das Variações e Optimização/Calculus of Variations and Optimization	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Integral de Feynman/Feynman Integral	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Modelação Matemática e Métodos Numéricos em Mecânica/Mathematical Modelling and Numerical Methods in Mechanics	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Probabilidade em Mecânica Quântica/Probability in Quantum Mechanics	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Disciplina do 2º ciclo em Matemática/Discipline chosen from the 2nd Cycle in Mathematics	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	-	6	Optativa/Optional

(20 Items)

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - Grupo de Opções B

A14.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

A14.1. Study programme:

Mathematics

A14.2. Grau:

Doutor

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

Matemática (comum a todas as especialidades)

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

Mathematics (common to all specialities)

A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

Grupo de Opções B

A14.4. Curricular year/semester/trimester:

Group of Options B

A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção do Grupo A/Option of Group A	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	T:45; OT:30	6	Optativa/Optional
Projecto/Project	MAT/MATH	Semestral/Semester	168	OT:30	6	Optativa/Optional

(2 Items)

Mapa II - Matemática (comum a todas as especialidades) - Grupo de Opções de Exames de Qualificação

A14.1. Ciclo de Estudos:*Matemática***A14.1. Study programme:***Mathematics***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Matemática (comum a todas as especialidades)***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Mathematics (common to all specialities)***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo de Opções de Exames de Qualificação***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***Group of Options of Qualifying Exams***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)
Exame de Qualificação em Álgebra/ Qualifying Exams in Algebra	MAT/MATH	Anual/Annual	378	OT: 15	13.5	Optativa/Optional
Exame de Qualificação em Geometria e Topologia/ Qualifying Exams in Geometry and Topology	MAT/MATH	Anual/Annual	378	OT: 15	13.5	Optativa/Optional
Exame de Qualificação em Análise Matemática/ Qualifying Exams in Mathematical Analysis	MAT/MATH	Anual/Annual	378	OT: 15	13.5	Optativa/Optional
Exame de Qualificação em Análise Numérica/ Qualifying Exams in Numerical Analysis	MAT/MATH	Anual/Annual	378	OT: 15	13.5	Optativa/Optional
Exame de Qualificação em Física Matemática/ Qualifying Exams in Mathematical Physics	MAT/MATH	Anual/Annual	378	OT: 15	13.5	Optativa/Optional

(5 Items)

Perguntas A15 a A16**A15. Regime de funcionamento:***Diurno***A15.1. Se outro, especifique:***<sem resposta>***A15.1. If other, specify:***<no answer>***A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respectiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)***Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes / Maria Teresa Faria Da Paz Pereira*

A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

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

Mapa III - Protocolos de Cooperação

Mapa III

A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:
<sem resposta>

A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):
<sem resposta>

Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes

A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)
Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.
<sem resposta>

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

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

A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.
<no answer>

A17.4. Orientadores cooperantes

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

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)
Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.
<sem resposta>

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

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

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

<sem resposta>

Pergunta A18 e A19

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

FCUL

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

[A19_Regulamento -UL.pdf](#)

A20. Observações:

Parte ou a totalidade dos créditos obrigatórios e ou optativos poderá ser adquirida por creditação de formação anteriormente obtida nas áreas deste programa doutoral noutros programas na Universidade de Lisboa ou em instituições congéneres nacionais ou estrangeiras.

Podem ser estabelecidos protocolos específicos com instituições congéneres nacionais ou estrangeiras para, a título de exemplo, regulamentar creditações ou oferecer graus doutorais em associação.

Estes protocolos podem fazer exigências adicionais, curriculares ou outras.

Todas as unidades curriculares oferecidas neste programa doutoral serão anunciadas anualmente pelo Departamento de Matemática.

As ofertas de novas unidades curriculares baseiam -se em considerações científicas e de oportunidade, sendo fixadas anualmente sob proposta do Departamento de Matemática, depois de aprovadas pelo conselho científico da FCUL.

A escolha das unidades curriculares é da iniciativa do aluno mas está sujeita à aprovação da Comissão Coordenadora deste Doutoramento, ponderada a formação do aluno, os seus interesses científicos e a adequação do leque de unidades escolhido ao nível doutoral.

A duração normal do programa doutoral é de 3 anos lectivos, correspondendo a 60 ECTS anuais.

Neste contexto, foi feita a proposta de este ciclo de estudos passar de 3 para 4 anos, num total de 240 ECTS, sendo o 4º ano fundamentalmente dedicado à tese. Esta alteração tem ainda a vantagem de permitir harmonizar a duração deste ciclo de estudos com a dos programas doutorais financiados pela FCT que têm 4 anos de duração, um dos quais está inserido na área da Matemática.

Programa

-- 1.ºano — Curso de formação avançada (60 ECTS)

Média de entrada: Para iniciar a fase de elaboração da tese de Doutoramento o aluno necessita ter sido aprovado com média de pelo menos 14 valores no curso de formação avançada.

Anos seguintes (60 ECTS por ano)

— Estes anos serão dedicados à elaboração da tese e aos seminários doutorais em Matemática.

- “Caracterização dos estudantes”: RAIDES 12 – Inscritos 2012/13;

Escolaridade dos Pais: 28,6% não disponível; Situação Profissional dos Pais: 17,9% não disponível;

- 5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos: Dado que os Doutoramentos não têm vagas, foi dada uma estimativa do número de vagas. Foi preenchido o número de colocados com os inscritos pela 1ª vez. Os restantes valores da tabela, uma vez que não fazem sentido nos 3ºciclos, foram preenchidos a zero. Fonte dos colocados: 2011/12-RAIDES 11; 2012/13- RAIDES 12; 2013/14- Unidade Académica (dados provisórios);

- 7.1.1. Eficiência formativa: Fonte dos dados: 2010/11-RAIDES 11; 2011/12- RAIDES 12; 2012/13- Unidade Académica (dados provisórios). Não estão contabilizados os alunos que concluíram a parte curricular do Doutoramento;

- 7.3.4. Nível de internacionalização: Alunos: 2012/13- RAIDES 12+ Unidade Académica.

A20. Observations:

Part or all of the mandatory or elective credits can be obtained by crediting previous training in the areas of the doctoral program in other programs at the University of Lisbon, or at national or foreign institutions.

Specific protocols can be established with national and foreign institutions, for example to establish rules of accreditations or offer doctoral degrees in combination.

These protocols may make additional requirements, curricular or of other nature.

All courses offered in this doctoral program will be announced annually by the Department of Mathematics.

The offerings of new courses are based on scientific considerations and take into account the opportunities, being set annually, under proposal of the Department of Mathematics, and once approved by the Scientific Council of the FCUL .

The students have the initiative to choose the courses, but the choice is subject to the approval of the Coordinating Committee of the PhD, weighted the students' education, their scientific interests and the adequacy of the range of units at doctoral level chosen.

The normal duration of the doctoral program is 3 academic years, corresponding to 60 ECTS per year .

The request to change the duration of 3 to 4 years already entered in the rectory.

Program

1st year - Advanced Training Course (60 ECTS)

Average input: To start the preparation of the PhD thesis the student needs have been approved averaging at least 14 points in advanced training course.

Following year (60 ECTS per year)

- These years will be devoted to the preparation of the thesis and doctoral seminars in mathematics.

A21. Participação de um estudante na comissão de avaliação externa

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

Não

1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O grau de Doutor comprova a realização de uma contribuição inovadora e original para o progresso do conhecimento, um alto nível científico num determinado ramo do conhecimento e a aptidão para realizar trabalho científico independente. O DM oferece um Doutoramento, composto por uma parte curricular de um ano lectivo e pela elaboração de uma tese com trabalho de investigação original nos dois anos lectivos seguintes. Este programa é dirigido, essencialmente, a estudantes que possuam um 2º ciclo em Matemática ou numa área afim. A elevada qualidade deste Doutoramento a nível internacional está garantida pelo corpo docente do DM, que inclui especialistas em diversas áreas da Matemática com trabalhos de investigação reconhecidos internacionalmente, e também pela colaboração regular de outros investigadores dos centros de investigação da Universidade de Lisboa associados ao DM.

1.1. study programme's generic objectives.

The degree of Doctor proves that an innovative and original contribution to the advancement of knowledge has been conducted, means a high level in a particular branch of scientific knowledge, and the ability to carry out independent scientific work. The DM offers a PhD, consisting of a curricular part in the first school year, and the elaboration of a thesis with original research work in the following two academic years. This program is primarily aimed at students who have a 2nd cycle in mathematics or in a related field. The high quality at an international level of this PhD is guaranteed by the faculty of the DM, which includes experts in various fields of mathematics with internationally recognized research, and also by regular collaboration of other researchers from research centers associated with the University of Lisbon DM.

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

A FCUL foi criada em 1911 com a dupla missão de ensino e de promoção da investigação. A Faculdade assume como missões principais o ensino, a investigação e a transferência do conhecimento e da inovação nas áreas das ciências exatas e naturais e das tecnociências, bem como a produção, a difusão e a partilha de culturas, estimulando a abertura permanente à sociedade através da transferência de conhecimentos e da interligação com os agentes sociais e económicos.

Este ciclo de estudos tem como objetivo a formação de investigadores em Matemática, culminando com a produção de trabalho científico original, nomeadamente nas suas três áreas fundamentais: Álgebra, Análise e Geometria. Tem um leque de opções que permite ao aluno seguir as suas áreas de estudo preferidas, e leccionadas por professores com muita experiência em estudos de pós-graduação e com trabalho internacionalmente reconhecido. O Doutoramento em Matemática do Departamento de Matemática da FCUL formou muitos dos actuais professores universitários em Portugal bem como docentes de institutos politécnicos.

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

The Faculty of Science of the University of Lisbon was created in 1911 with the double mission of teaching and promoting scientific research. Nowadays, the Faculty of Science takes as a mission not only teaching and scientific research, but also the transfer of know-how and innovation in the areas of the exact and natural sciences, and science applied to technology. The Faculty is also concerned with the production, diffusion and sharing of cultures, and stimulates a permanent relationship with society through transfer of know-how and connection with economic and social players.

This degree aims to form researchers in mathematics. It requires the production of original scientific work, particularly in its three core areas: Algebra, Analysis and Geometry. It has a wide range of options, which allows the student to follow their favorite areas of study, taught by professors with a large experience in postgraduate studies and with internationally recognized work. The PhD in Mathematics of the Department of Mathematics FCUL has formed many of the present professors in mathematics departments of Portuguese universities and polytechnics.

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

O 3.º ciclo de estudos em Matemática é divulgado na página da FCUL e nos meios de comunicação social, sendo a informação na página disponibilizada para alunos, docentes e público em geral. Os docentes envolvidos no ciclo

de estudos são profissionais que se dedicam à investigação em Matemática, e a divulgação dos seus trabalhos é feita pelos métodos tradicionais: publicação em revistas especializadas e participação ativa em conferências internacionais. No que se refere aos estudantes, pretende-se que o principal meio de divulgação seja o próprio processo educativo, tanto pelos objetivos definidos para as diferentes disciplinas, como pelo contacto direto com especialistas nas diversas áreas.

Seminários temáticos periódicos reúnem os estudantes de Doutoramento, e são ocasião de apresentação dos seus resultados e de permutarem ideias.

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

The PhD in Mathematics is described on the faculty website www.fc.ul.pt, where a wide range of related information is made available to students, teachers and the general public, as well as by social media. The professors involved in this PhD program are active as researchers in mathematics and their work is known by the usual methods in the scientific community: publication of papers in scientific journals and active participation in international conferences. In what concerns the students, it is expected that the educational process itself plays the most important role as an attractive mechanism, both through the defined courses goals, and through their direct contact with experts in various fields.

Periodic thematic seminars bring the PhD students together and provide the occasion of presenting the progress of their work and exchange of new ideas.

2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

2.1 Organização Interna

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

O Conselho Científico (CC) é o órgão de natureza científica e cultural bem como de planeamento estratégico da Faculdade. Compete ao CC pronunciar-se sobre a criação, alteração e extinção de ciclos de estudos e aprovar os planos de estudos dos ciclos ministrados; definir os princípios que norteiam a distribuição do serviço docente. Intervêm também neste processo: CC dos Departamentos, Conselho Pedagógico e Reitor.

O ciclo de estudos é da responsabilidade do Departamento de Matemática, uma subunidade orgânica reconhecida nos estatutos da Faculdade. A presidência do Departamento propõe a DSD que é posteriormente homologada no CC. As reestruturações são propostas pela coordenação do curso e pela presidência do Departamento. Estas propostas são previamente analisadas e discutidas pelo Conselho de Coordenação do Departamento, presidido pelo seu Presidente (cujas competências estão definidas no artº 50 da deliberação nº4642/2009).

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

The Scientific Council is the scientific, cultural and strategic board of the Faculty. This Council decides on the creation, modification and extinction of study programs and approves their curricula; it also defines the principles that guide the allocation of teaching service (ATS) among the teaching staff. This process also includes the Scientific Council of the Department, the Pedagogical Council and, ultimately, the Rector of the University.

The study program is managed by the Department of Mathematics, a faculty subunit recognized in the Faculty Legislation. The Department's presidency proposes the ATS which is approved by the Scientific Council. Syllabus revisions of the current study program are proposed by the respective coordinator and by the Department's presidency. These proposals are analysed and discussed in the Coordination Council of the Department, which supervises the scientific and teaching policies of the Department (legislated by article 50 in DL nº4642/2009).

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

A participação de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afetam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade é feita através de reuniões das comissões pedagógicas dos ciclos de estudos bem como de reuniões do conselho pedagógico. Nas reuniões das comissões pedagógicas participam representantes dos alunos e a comissão de coordenação do ciclo de estudos (e o coordenador do ciclo de estudos). Nelas se avalia e analisa o funcionamento do ciclo de estudos. A avaliação das UCs, possibilita que em tempo útil as opiniões dos alunos sejam consideradas pelos docentes na melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

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

Participation of teachers and students in decision-making that affects the processes and quality of teaching and learning is achieved by meetings of the Pedagogical Committee for this study program as well as by meetings of

the Pedagogical Council of the Faculty. Pedagogical Committee meetings include student representatives as well as the Coordination Committee of the course; these meetings assess and analyse the study program. The final evaluation of each Curricular Unit (UC) enables students' views to be taken into account by the teachers to improve the UC in future.

2.2. Garantia da Qualidade

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

O primeiro pilar da garantia da qualidade é a existência de uma relação de grande proximidade e confiança mútua entre a coordenação do curso e a comissão de alunos que tem permitido detetar em tempo útil as dificuldades mais prementes, e propor, em articulação com o corpo docente, soluções aos órgãos competentes. A Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade, a pedido dos órgãos de governo da FCUL, emite pareceres em matérias da sua especialidade, e analisa e propõe, aos órgãos competentes, a melhoria da qualidade dos processos e dos procedimentos de funcionamento da Faculdade. A qualidade do ensino realiza-se de acordo com uma abordagem multinível (UC, Unidade Funcional de Ensino, Departamento e Unidade Orgânica) e procura articular as avaliações efetuadas de modo a produzir relatórios de autoavaliação que contribuam para a sua melhoria contínua.

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

The first pillar of quality assurance is the existence of a very close relationship and mutual trust between the program coordinator and the students committee, which has in the past led to the detection of the most important issues. From this diagnosis, solutions are proposed to the competent bodies in close cooperation with the teaching staff.

The Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade, at the request of the FCUL authorities, delivers opinions on matters of its expertise and analyzes and proposes to the competent boards, improvements in the quality of the processes and procedures of the Faculty. The quality of teaching is assessed by a multilevel approach (UC, Functional Unit of Education, and Department Organic Unit) and seeks to synthesize the various evaluations in order to produce self-assessment reports that contribute to overall improvement.

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

O sistema interno de garantia de qualidade da FCUL apresenta-se em 2 planos: Na UL, participa nos dispositivos e processos que configuram o Sistema de Garantia de Qualidade, cujos princípios estão instituídos pelo documento Política de Garantia de Qualidade da Universidade de Lisboa. Esta atividade é articulada através do Conselho de Garantia da Qualidade da UL e na reitoria existe uma unidade de operacionalização denominada "Gabinete de Garantia da Qualidade" (www.qualidade.ul.pt). Na FCUL, incluem-se todos os dispositivos, práticas e instrumentos que organizam a avaliação e a GQ na FCUL, no cumprimento da sua missão específica. Nos termos dos Estatutos da FCUL, é prevista uma Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade que atua no âmbito da Assembleia da Faculdade (AF). Esta comissão é presidida pelo Presidente da AF, integrando um professor ou investigador, um estudante, um trabalhador não-docente e uma personalidade externa.

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

The internal system of FCUL quality assurance appears in two levels: 1) In UL, participates in processes that shape the Quality Assurance System, whose principles are established by the document Política de Garantia de Qualidade da Universidade de Lisboa. This activity is coordinated through the Council for Quality Assurance of UL and in the rectorry there is an operation unit called "Office of Quality Assurance " (www.qualidade.ul.pt). 2) FCUL, includes all devices, practices and tools that organize the evaluation and Quality Assurance in FCUL, performing their specific mission. Under FCUL's statutes, a Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade is predicted. This commission operates under the Faculty Assembly, is chaired by the President of the Faculty Assembly, and integrates a teacher or researcher, a student, a worker and a non-teaching outer personality.

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

As práticas pedagógicas dos docentes são avaliadas, de forma generalizada, pelos alunos, através da realização de inquéritos de satisfação, no contexto das UC's. O sucesso/insucesso dos alunos é objeto de análise pela maioria dos docentes das UC's e pelos coordenadores das unidades funcionais, embora de modo informal. No final de cada semestre é produzido um relatório da unidade curricular, onde constam informações relevantes para a análise do sucesso escolar da mesma. A verificação da adequação/atualização dos conteúdos programáticos é feita anual ou trienalmente e realizam-se reuniões dos coordenadores com o conjunto dos docentes sempre que tal se revela necessário.

A direção gera um conjunto de indicadores sobre os cursos.

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

The pedagogical performance of teachers is evaluated, in general terms, by students through surveys of satisfaction in the context of Curricular Units (UCs). The success / failure of students is the object of informal

analysis by most teachers and by the coordinators of the functional units. At the end of each semester, a report is produced for each UC, which contains information relevant to analysing the academic success of the UC. Verification of the relevance of, and updates to, the syllabus is undertaken either yearly or at three yearly intervals and meetings of coordinators and teachers are held when necessary. The Faculty Administration defines a set of indicators about the courses.

2.2.4. Ligação facultativa para o Manual da Qualidade

<http://portalul.ulisboa.pt/pls/portal/docs/1/246058.PDF>

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

Anualmente é elaborado um relatório do funcionamento do departamento. Entre outros pontos, descreve-se o Doutoramento. Esta é uma ferramenta importante de consulta, registo e na criação de propostas sobre os ciclos de estudos.

A informação recolhida (cf. 2.2.1, 2.2.3) é processada pelo coordenador que escreve um relatório e o apresenta anualmente no Conselho de Departamento.

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

Every year a report about the Department is produced. Among other things, the report describes the present PhD program and presents relevant data from the current year. This is an important tool for consultation, registration and for proposals about the study program.

The information collected (cf. 2.2.1, 2.2.3) is processed by the coordinator who writes a report and presents it annually at the Department Council.

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

Acreditado Preliminarmente - CEF/0910/17882

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

Preliminary Accreditation A3ES. Process: CEF/0910/17882

3. Recursos Materiais e Parcerias

3.1 Recursos materiais

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

Mapa VI. Instalações físicas / Mapa V. Spaces

Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m2)
Sala de aula/Classroom	69
Laboratório Computacional/Computational Laboratory	69
Sala de Estudos para Alunos de Doutoramento/Study Room	30

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

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

Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Computadores/Computers	18
Impressora/Printer	1
Retroprojector/Overhead Projectors	2
DataShow/DataShow	1
Ecran/Screen	2
Quadro de Ardosia/Blackboard	1
Quadro Branco/Whiteboard	1
Quadro Interactivo/Interactive Board	1
Biblioteca do Departamento de Matemática/Library of Department of Mathematics (Livros)	14840
Biblioteca do Instituto para a Investigação Interdisciplinar/Library of Institute for Interdisciplinary Research	11818

3.2 Parcerias

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

Não existem de momento. No entanto, o estudante poderá realizar disciplinas de Formação Avançada em qualquer outra universidade nacional ou estrangeira desde que constem do plano de trabalhos elaborado pela comissão de coordenação, ouvido o estudante, em acordo com a instituição exterior e após aprovação pelo Conselho Científico da FCUL. Essas unidades serão creditadas de acordo com o plano de estudos, em face do comprovativo do resultado obtido.

3.2.1 International partnerships within the study programme.

There are none at the moment. However, the student may take advanced courses in any other national or international university, provided they are explicit in the work plan elaborated by the coordination commission, in accordance with the student's interests, with the agreement of the external institution and after the FCUL Scientific Council approval. These courses will be credited accordingly, in view of the proof of the obtained result.

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

Os alunos do curso de formação avançada podem realizar uma disciplina do 2º ciclo, desde que prevista no plano de trabalhos, em face dos seus interesses e das disciplinas disponíveis. Ver também o quadro 3.2.1.

O Doutoramento do Departamento de Matemática da FCUL está associado ao programa doutoral do departamento de Matemática do IST pelo programa de financiamento Lismath da FCT que terá início em 2014.

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

The student in the advanced course may take a master course, provided this is explicit in his/her work plan, in view of his/her interests and the available courses. See also 3.2.1.

The FCUL's PhD program of the Maths Department is associated to the IST's Maths PhD program under FCT program Lismath which will start in 2014.

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

A FCUL tem um gabinete na Unidade Académica que centraliza e dinamiza a cooperação entre instituições.

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

The FCUL has an office in the Academic Unit that centralizes and streamlines the cooperation between institutions.

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

Poderá haver, na preparação das teses em áreas mais aplicadas, apoio, por exemplo, de Laboratórios do Estado ou Laboratórios Associados, nomeadamente o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, tal como já aconteceu no 2º ciclo.

O relacionamento com o sector público depende muito da especialidade do doutoramento.

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

In the preparation of thesis in more applied areas, it is possible to have the support of researchers from State Laboratories and Associated Laboratories, namely the National Laboratory of Civil Engineering, similarly to what happens with the 2nd cycle.

The relationship with the public sector depends strongly on the scientific subarea of the PhD.

4. Pessoal Docente e Não Docente

4.1. Pessoal Docente

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Paulo Verdasca Amorim

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

Paulo Verdasca Amorim

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Carlos Alberto Martins André

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

Carlos Alberto Martins André

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

Universidade de Lisboa

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 - Cristian Angel Barbarosie

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

Cristian Angel Barbarosie

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

Universidade de Lisboa

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 - Fernando Abel da Conceição Silva

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

Fernando Abel da Conceição Silva

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

Universidade de Lisboa

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 - Fernando Jorge Inocêncio Ferreira

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

Fernando Jorge Inocêncio Ferreira

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

Universidade de Lisboa

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 - Gracinda Maria dos Santos Gomes Moreira da Cunha

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

Gracinda Maria dos Santos Gomes Moreira da Cunha

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

Universidade de Lisboa

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 - Jean Claude Zambrini**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Jean Claude Zambrini***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***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 Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***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 - José Francisco da Silva Costa Rodrigues****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Francisco da Silva Costa Rodrigues***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***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 - Luís Fernando Sanchez Rodrigues**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Fernando Sanchez Rodrigues

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

Universidade de Lisboa

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 - Manuel Duque Pereira Monteiro Marques**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuel Duque Pereira Monteiro Marques

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

Universidade de Lisboa

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 - Maria Carlota da Rocha Xavier Rebelo Gonçalves**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Carlota da Rocha Xavier Rebelo Gonçalves

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

Universidade de Lisboa

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 - Maria João Antunes Dias Gouveia****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria João Antunes Dias Gouveia*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade de Lisboa*****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 - Maria Teresa de Lemos Monteiro Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Teresa de Lemos Monteiro Fernandes*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade de Lisboa*****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 - Maria Teresa Faria da Paz Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Teresa Faria da Paz Pereira*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade de Lisboa***

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 - Mário João de Jesus Branco

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Mário João de Jesus Branco

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

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 - Orlando Manuel Bartolomeu Neto

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Orlando Manuel Bartolomeu Neto

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

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 - Pedro Miguel Nunes da Rosa Dias Duarte

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Miguel Nunes da Rosa Dias Duarte

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*Universidade de Lisboa***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 - Pedro Jorge Santos Freitas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Pedro Jorge Santos Freitas***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***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](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático após submissão do guião)****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Paulo Verdasca Amorim	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Martins André	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Cristian Angel Barbarosie	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Fernando Abel da Conceição Silva	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Inocêncio Ferreira	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Gracinda Maria dos Santos Gomes Moreira da Cunha	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jean Claude Zambrini	Doutor	Física Teórica	100	Ficha submetida
Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
José Francisco da Silva Costa Rodrigues	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Luís Fernando Sanchez Rodrigues	Doutor	matemática - análise e geometria	100	Ficha submetida
Manuel Duque Pereira Monteiro Marques	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Carlota da Rocha Xavier Rebello Gonçalves	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria João Antunes Dias Gouveia	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida

Maria Teresa de Lemos Monteiro Fernandes	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Teresa Faria da Paz Pereira	Doutor	Matemática – especialidade de Análise Matemática	100	Ficha submetida
Mário João de Jesus Branco	Doutor	Informática Teórica / Matemática	100	Ficha submetida
Orlando Manuel Bartolomeu Neto	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Nunes da Rosa Dias Duarte	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Pedro Jorge Santos Freitas	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
			1900	

<sem resposta>

4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos

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

19

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

100

4.1.3.2.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

19

4.1.3.2.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

100

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

19

4.1.3.3.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

100

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

<sem resposta>

4.1.3.4.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.3.5.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

<sem resposta>

Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

4.1.4. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização

Os procedimentos e critérios de avaliação específicos da FCUL submetem-se ao Despacho n.º 8648/2011 de 27 de Junho. As regras que densificam os critérios, parâmetros, indicadores e procedimentos adequados às

especificidades da FCUL, após aprovação em CC, foram homologados a 2 de Novembro de 2012 pelo Reitor da UL.

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

The procedures and specific evaluation criteria of the FCUL comply with the law, described by order n.º 8648/2011 of 27 June. The rules that detail the criteria, parameters, indicators and procedures relating specifically to the FCUL were first approved by the CC of the FCUL, and after approved by the Rector of the UL, on the 2nd November, 2012.

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

<http://portalul.ulisboa.pt/pls/portal/docs/1/319137.PDF>

4.2. Pessoal Não Docente

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

8 funcionários em tempo integral: Cristina Jacinto; Ana Isabel Correia Marques; Cláudia Sofia Brás Rodrigues; Cristina Maria Côco Duarte Bernardino; Lucinda Fernanda Duarte Cobanco; Patrícia da Conceição Magalhães Carvalho; Rebeca Maria Cantos de Atouguia; Rui Ricardo Cecílio da Costa Peixoto.

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

8 full-time employees: Cristina Jacinto, Ana Isabel Correia Marques; Cláudia Sofia Brás Rodrigues; Cristina Maria Côco Duarte Bernardino; Lucinda Fernanda Duarte Cobanco, Patrícia da Conceição Magalhães Carvalho, Rebeca Maria Cantos Atouguia; Rui Ricardo Cecilio da Costa Peixoto.

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

*Cristina Jacinto, Licenciatura
Ana Isabel Correia Marques, Licenciatura
Cláudia Sofia Brás Rodrigues, Licenciatura
Cristina Maria Côco Duarte Bernardino, 11º ano do Ensino Secundário
Lucinda Fernanda Duarte Cobanco, 12º ano do Ensino Secundário
Patrícia da Conceição Magalhães Carvalho, Mestrado
Rebeca Maria Cantos de Atouguia, Licenciatura
Rui Ricardo Cecílio da Costa Peixoto, Licenciatura*

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

*Cristina Jacinto, Licenciatura
Ana Isabel Correia Marques, Licenciatura
Cláudia Sofia Brás Rodrigues, Licenciatura
Cristina Maria Côco Duarte Bernardino, 11º year of the Secondary School
Lucinda Fernanda Duarte Cobanco, 12º year of the Secondary School
Patrícia da Conceição Magalhães Carvalho, Master
Rebeca Maria Cantos de Atouguia, Licenciatura
Rui Ricardo Cecílio da Costa Peixoto, Licenciatura*

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

Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa é aplicado, aos trabalhadores não docentes e não investigadores, o Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP), nomeadamente o SIADAP 3, regulamentado pela Lei n.º 66-B/2007, de 28 de dezembro (alterada pelas Leis n.ºs 64-A/2008, de 31 de dezembro, 55-A/2010, de 31 de dezembro e 66-B/2012, de 31 de dezembro). Relativamente à bolsreira estagiária, a avaliação é regulamentada pela Deliberação n.º 1355-L/2007, Regulamento do Programa de Estágios da Universidade de Lisboa, Capítulo IV, Artigo 14.º

4.2.3. Procedures for assessing the non academic staff performance.

In the FCUL, the “Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP)”, in this case SIADAP3, is applied to those workers who are neither teachers nor researchers, regulated by Law n. 66-B / 2007, December 28th (amended by Law n. 64-A/2008, December 31st, 55-A/2010, December 31st and 66-B/2012, December 31st). Regarding the scholarship trainee, her assessment is regulated by Resolution n.º 1355-L/2007, Regulation Internship Program, University of Lisbon, Chapter IV, Article 14.º

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

O Programa Operacional Potencial Humano (POPH) aprovou a candidatura da Universidade de Lisboa (UL) para financiamento de formação aos colaboradores não docentes. A candidatura, no âmbito da Qualificação dos Profissionais da Administração Pública Central e Local e dos Profissionais da Saúde do POPH, foi submetida pelo Núcleo de Formação e Aperfeiçoamento Profissional dos Serviços Partilhados, tendo incluído a colaboração de todas as unidades orgânicas, incluindo a Faculdade de Ciências. A UL propôs realizar, a partir de outubro de 2012,

87 cursos definidos de acordo com as necessidades de formação previamente diagnosticadas para o público-alvo em questão. No total, foram aprovadas 85 ações de formação que, ao longo dos próximos 24 meses, serão ministradas de forma gratuita, constituindo uma oportunidade de formação para os colaboradores não docentes da UL.

- 4.2.4. Advanced or continuing training courses to improve the qualifications of the non academic staff.**
The Programa Operacional Potencial Humano (POPH) approved the application by the University of Lisbon (UL) for funding, to cover training programs for non-teaching staff. The application, made under the heading of “Qualification of Central Government and Local Health Professionals” of the POPH, was submitted by the Center for Training and Professional Development of the “Shared Services” of the UL, and included the collaboration of all units, including the FCUL. Starting on October 2012, the UL proposed to offer 87 training courses defined according to previously diagnosed needs. In total, 85 training courses were approved which will be offered for free, during the next 24 months, thus providing an opportunity of training for non-teaching employees of UL.

5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

5.1. Caracterização dos estudantes

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

5.1.1.1. Por Género

5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	57.1
Feminino / Female	42.9

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	0
24-27 anos / 24-27 years	0
28 e mais anos / 28 years and more	100

5.1.1.3. Por Região de Proveniência

5.1.1.3. Caracterização por região de proveniência / Characterisation by region of origin

Região de proveniência / Region of origin	%
Norte / North	0
Centro / Centre	14.3
Lisboa / Lisbon	71.4
Alentejo / Alentejo	14.3
Algarve / Algarve	0
Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	0

5.1.1.4. Por Origem Socioeconómica - Escolaridade dos pais

5.1.1.4. Caracterização por origem socioeconómica - Escolaridade dos pais / By Socio-economic origin – parents' education

Escolaridade dos pais / Parents	%
Superior / Higher	21.4
Secundário / Secondary	25
Básico 3 / Basic 3	3.6
Básico 2 / Basic 2	0
Básico 1 / Basic 1	21.4

5.1.1.5. Por Origem Socioeconómica - Situação profissional dos pais

5.1.1.5. Caracterização por origem socioeconómica - Situação profissional dos pais / By socio-economic origin – parents' professional situation

Situação profissional dos pais / Parents	%
Empregados / Employed	32.1
Desempregados / Unemployed	14.3
Reformados / Retired	32.1
Outros / Others	3.6

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular

5.1.2. Número de estudantes por ano curricular / Number of students per curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
Doutoramento	14
	14

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

5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study cycle demand

	2011/12	2012/13	2013/14
N.º de vagas / No. of vacancies	10	10	10
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	0	0	0
N.º colocados / No. enrolled students	2	1	2
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	0	0	0
Nota mínima de entrada / Minimum entrance mark	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.2. Ambiente de Ensino/Aprendizagem

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

Na FCUL existem estruturas de apoio pedagógico das quais se destacam o Conselho Pedagógico (CP) e o Gabinete de Aconselhamento Psicológico (GAPsi). O CP é o órgão de coordenação central das atividades pedagógicas, tendo como competências principais: promover, analisar e divulgar a avaliação do desempenho pedagógico dos docentes, pelos estudantes; apreciar as queixas relativas a falhas pedagógicas e propor as medidas necessárias à sua resolução. O GAPsi tem como principal função o acompanhamento psicopedagógico e/ou terapêutico a todos os que achem conveniente receber apoio especializado. O GAPsi é formado por uma equipa de dois psicólogos e encontra-se aberto a estudantes, docentes e funcionários não docentes.

A Comissão Pedagógica do Ciclo de Estudos, é o órgão onde se monitoriza com maior atenção a dinâmica pedagógica do ciclo de estudos. Nesta comissão participam alunos e o coordenador. O coordenador serve também de ponte de contato entre os outros alunos e os professores regentes.

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

There are several educational support structures in FCUL, including the Pedagogical Council (CP) and the Office of Counseling Psychology (GAPsi). The CP is the central coordinating board of educational activities, with the following key competencies: to promote, analyze and disseminate the evaluation of the teachers' performance by the students; to assess complaints concerning educational failures and propose necessary measures for their resolution. The main function of GAPsi is to monitor psychology and/or supply therapeutic treatment for all who find it desirable to receive specialized support. GAPsi is formed by a team of two psychologists and is open to students, teachers and non-teaching staff.

Each study program has a Pedagogical Committee which closely monitors the program's pedagogical dynamics. This committee, as outlined in 2.1.2, consists of students and a program coordinator. The coordinator also serves as a contact between other students and the faculty in the program.

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

No início de cada ano letivo, a FCUL e os departamentos realizam sessões de receção e informação aos novos alunos, para a sua integração na comunidade académica. Estas sessões procuram promover a socialização entre todos os alunos e dar a conhecer o corpo docente. Existem ainda vários projetos ligados ao GAPsi que visam a integração dos estudantes na comunidade académica, nomeadamente o PAF (Programa de Adaptação à Faculdade), o PPE (Programa de Promoção do Estudo para alunos dos PALOP) e um programa de voluntariado enquadrado na Comissão de Acompanhamento a alunos com Necessidades Educativas Especiais. Também a Associação de Estudantes representa e defende os interesses dos estudantes, respondendo às suas necessidades da vida académica através da promoção e desenvolvimento de atividades desportivas, eventos culturais e recreativos, com vista à promoção das melhores condições de desenvolvimento científico, desportivo, social e cultural.

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

At the beginning of each academic year, the FCUL and its departments organize receptions and information sessions for new students, aiming their integration into the academic community. These sessions seek to promote socialization among all students and introduce the teaching staff. In addition, there are several projects related to GAPsi which aim to integrate new students into the academic community, particularly the PAF (Program for Adaptation to College), the PPE (Promotion Program of Study for PALOP students) and a volunteer program linked with the students' union for tutoring students with Special Educational Needs. Also, the Students' Union represents and defends the interests of students, providing answers for their needs in the academic life, developing sporting activities, cultural and recreational events, in order to promote the best conditions for scientific, sporting, social and cultural life.

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

No que concerne ao financiamento aos estudantes mais carenciados, a FCUL através dos Serviços de Ação Social da Universidade de Lisboa (SASUL), que têm por missão contribuir para a frequência bem sucedida de todos os estudantes da Universidade de Lisboa, tenta garantir que nenhum seja excluído da instituição por incapacidade financeira. Além dos SASUL existe o programa UL Consciência Social que é um projeto de apoio de emergência a alunos carenciados inscritos na Universidade de Lisboa que, por questões de enquadramento legal, não estão abrangidos pelo sistema nacional de apoios sociais para estudantes do ensino superior. Ao abrigo do protocolo celebrado com a CGD é possível um crédito para a formação académica/profissional dos alunos, em Portugal ou no estrangeiro. Em cada ano letivo, cada departamento organiza sessões que promovem o contacto entre alunos e empresas recrutadoras.

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

To fund students with economic needs, through the Social Services of the University of Lisbon (SASUL), whose mission is to contribute to the successful attendance of all students at the University, the FCUL tries to ensure that no one is excluded due to financial problems. Besides this program there also exists UL-Consciência Social, which is a project to provide emergency support to University of Lisbon students who, for various legal reasons, might not be covered by the national system of social support. There is also a protocol with the CGD that can be used to give credit to students, to fund their academic/professional training in Portugal or abroad. Every year, the departments organize sessions that promote contact between students and recruiting companies.

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

No final de cada semestre, os estudantes preenchem os inquéritos pedagógicos que são posteriormente analisados pelo Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade da FCUL (NUPAGEQ). As UC's cujos resultados dos inquéritos fiquem aquém dos objetivos são referenciadas para melhoria. O presidente de departamento, em articulação com o coordenador do curso responsável pela UC analisa o relatório da UC e demais informação disponível. Se necessário, contacta o docente responsável da UC e, consoante as conclusões, acordam um plano de melhoria.

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

At the end of each semester, students fill in the pedagogical surveys which are analyzed by the Núcleo de

Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade (NUPAGEQ) of the FCUL afterwards. Any UC whose survey results are unsatisfactory is referred to for improvement: the chairman of the department in question and the course coordinator examine the available information. If necessary, the teacher in charge of the UC is contacted and a plan for improvement is agreed.

- 5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos. O Gabinete de Mobilidade, Estágios e Inserção Profissional exerce as suas competências no domínio da dinamização da mobilidade de estudantes e do pessoal da FCUL. Ao Gabinete compete a divulgação e promoção das candidaturas aos programas internacionais relevantes e incentivar o intercâmbio entre a FCUL e as Universidades estrangeiras, proporcionando assim experiências internacionais enriquecedoras a estudantes, docentes e não docentes. Cada departamento tem um ou mais Coordenadores ERASMUS/Mobilidade que acompanham os processos dos alunos Outgoing e Incoming, assegurando o reconhecimento dos planos de estudos e dos créditos ECTS.**
- 5.2.5. Structures and measures for promoting mobility, including the mutual recognition of credits. The scope of the Mobility Office is to encourage mobility of students, teachers and other staff of the FCUL. The Office carries this out by promoting activities within relevant European and international programs. At the same time it enhances and supports cooperation between the FCUL and foreign Universities, providing enriching international experiences to students, teachers and staff. In each department, one or more Erasmus/Mobility coordinator is appointed to give support to both Outgoing and Incoming students, ensuring the recognition of individual plans of study and ECTS credits.**

6. Processos

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

- 6.1.1. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objectivos e medição do seu grau de cumprimento. O Doutoramento em Matemática da Faculdade de Ciências centra-se no aprofundamento da formação científica com o objectivo de fazer investigação, nomeadamente nas suas três áreas fundamentais: Álgebra, Análise e Geometria. A formação pode ser complementada de diversas formas, de acordo com as motivações do aluno. O objetivo da oferta de disciplinas no Curso de Formação Avançada é fornecer aptidões e competências para prosseguir na preparação de trabalho original que conduzirá à realização da tese de doutoramento. Os seminários, projeto e monografia preparam o aluno para o trabalho individual indissociável da investigação, assim como para a sua comunicação no meio científico. Com a conclusão do ciclo é esperado que o aluno seja capaz de resolver problemas de forma original, sozinho ou em colaboração, e de analisar questões científicas com os seus pares, o que naturalmente conduzirá à publicação de artigos em revistas científicas.**
- 6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment. The PhD Program in Mathematics at the Faculty of Sciences aims to reinforce the student's knowledge in Mathematics and prepare him/her to research in the three fundamental areas of Analysis, Algebra and Geometry. The student's education background can be complemented in several ways according to the student's motivation. During the 1st year, the wide range of courses in the Advanced Course allows to obtain skills to pursue the preparation of the PhD's thesis. The seminars, project and monograph prepare the student for the individual work inseparable of research, as well as for the public communication inside the scientific community. With the conclusion of the PhD Program, it is expected from the student to be able to solve problems in a original way, by him/herself or in collaboration, and to discuss scientific questions with his/her pairs, which naturally should lead to the publication of papers in scientific journals.**
- 6.1.2. Demonstração de que a estrutura curricular corresponde aos princípios do Processo de Bolonha. O Doutoramento em Matemática combina ensinamentos em diversas áreas científicas, consolidadas com disciplinas mais avançadas que dão a capacidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos bem como a possibilidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas, em contextos alargados e multidisciplinares. As diversas unidades curriculares são ministradas tendo em atenção a forma como se interligam entre si. A apresentação e discussão pública de trabalhos de seminário, combinada com a elaboração da tese, permite a aquisição de uma maturidade científica significativa. No seguimento do exposto, existe uma forte concretização na criação de competências apropriadas a várias situações de emprego. O ciclo de estudos foi objeto de uma adequação tendo em vista os princípios do Processo de Bolonha (Deliberação nº 1016/2009, Diário da República, 2ª série, nº67, 6 de Abril de 2009).**

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

The PhD in Mathematics combines teaching in various scientific areas, consolidated with more advanced courses which give the ability to apply the acquired knowledge and the possibility of understanding and solving problems in new situations, in broad multidisciplinary contexts. The various courses are taught bearing in mind how they are interlinked. The public presentation and discussion of seminar work, combined with the preparation of the thesis, allows the acquisition of a significant scientific maturity. Following the above, there is a strong achievement in the creation of appropriate skills to various situations of employment.

The study cycle was adapted to put it in complete agreement with the principles of the Bologna process (Deliberação nº 1016/2009, Diário da República, 2ª série, nº67, 6 de Abril de 2009).

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

Todos os anos, o ciclo de estudos pode incluir novas unidades curriculares opcionais sob proposta do Departamento de Matemática e após aprovação da FCUL. De facto, esta situação já ocorreu várias vezes nos últimos anos. O acompanhamento do Doutoramento é permanente, sendo assegurado pelos seus coordenadores. Outros docentes do Departamento de Matemática também podem propor novas unidades curriculares, seja através dos coordenadores do ciclo, através de outros docentes com assento no Conselho de Coordenação do Departamento ou, viva voz, nas reuniões do Conselho de Departamento. Para além disso, os processos de acreditação A3ES permitem maiores alterações.

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

Each academic year, the Scientific Council of the Faculty of Sciences may include new curricular units under the proposal of the Department of Mathematics. Actually, this situation has already occurred several times. The monitoring of the degree is made on a permanent basis by their coordinators. Other faculty members of the department can also propose new curricular units, either through the coordinators, through the members of the Coordination Council of the Department or, personally, in the meetings of the Council of the Department. Of course, the periodic A3ES reviews allow for wider changes.

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

A integração na investigação científica é gradual. Em primeiro lugar, deve assegurar-se uma boa preparação, de preferência também alargada. Essa preparação é realizada no Curso de Formação Avançada. As disciplinas, especializadas têm uma grande componente de formação (de alto nível) em tópicos já sedimentadas e colocam-se na fronteira de investigação (tal depende do próprio tópico da disciplina e, é claro, do docente da mesma). As portas da investigação em si podem abrir-se na disciplinas de Seminário e Projecto mas, sobretudo, na tese. Uma tese de doutoramento deve conter maioritariamente trabalho original, passível de publicação em revistas científicas da especialidade.

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

The approach to research work is gradual. First of all, a good and broad preparation can be obtained during the Advanced Course. The curricular courses have a strong component of (high level) formation in well-grounded topics, close to the frontiers of research (that depends on the course itself and on the lecturer). Research itself can be made in the Seminars and Project, but, most of all, in the dissertation. A PhD thesis must consist mainly of original work, susceptible to be published in scientific journals of the area.

6.2. Organização das Unidades Curriculares

6.2.1. Ficha das unidades curriculares**Mapa IX - Seminário Avançado em Matemática / Advanced Seminar in Mathematics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário Avançado em Matemática / Advanced Seminar in Mathematics

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Luís Fernando Sanchez Rodrigues(TA - 0 h),

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

Este seminário destina-se a consolidar a iniciação do estudante num temade investigação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By enrolling in this seminar, the student establishes his/her initiation in mathematical research.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O tema do seminário é sugerido pelo orientador, em acordo com o interesse científico do aluno.

6.2.1.5. Syllabus:

The seminar's theme is suggested by the supervisor, according to the student's scientific interest.

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

Com este seminário, pretende-se que o estudante fique autónomo a fazer pesquisas bibliográficas e apto a iniciar um tema de investigação.

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

By the end this seminar, the student is supposed to be autonomous in bibliographic research and able to initiate a mathematical investigation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante o seminário, haverá reuniões periódicas do estudante com o seu orientador, para discussão dos temas em estudos. O seminário termina com a apresentação de resultados científicos estudados. A avaliação terá em conta o trabalho elaborado ao longo do semestre e a sua apresentação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the seminar, there will be periodic meetings of the student with his/her supervisor, for discussion of the themes under study. The seminar ends with the presentation of the scientific results under study. The assessment will take into account the work elaborated during the semester and its final presentation.

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

A teoria e os artigos estudados são discutidos com o orientador, permitindo ao estudante ficar habilitado a iniciar temas de investigação.

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

The theory and research papers are discussed with the supervisor, and provide for the means for the student to be able to initiate further research.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia consiste em monografias e artigos de investigação recentes relacionados com os temas em estudo. The bibliography consists of monographs and research papers related to the scientific themes under study.

Mapa IX - Seminário Doutoral em Matemática I / Doctoral Seminar in Mathematics I**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Seminário Doutoral em Matemática I / Doctoral Seminar in Mathematics I

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Luís Fernando Sanchez Rodrigues (TA - 0 h),

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

Neste seminário o estudante inicia a preparação da sua dissertação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this seminar the student starts the preparation of his/her doctoral thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Neste seminário o estudante inicia ou continua a preparação da sua dissertação, portanto os conteúdos do programa dependem do tema de investigação da tese.

6.2.1.5. Syllabus:

In this seminar the student starts or continues the preparation of the doctoral thesis, so the program contents depend on the research subjects for his/her thesis.

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

A frequência bem sucedida deste seminário significa que há boas perspectivas de que a dissertação de doutoramento seja concluída com êxito.

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

Success in this seminar means that the future perspectives regarding the conclusion of the dissertation are good.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante o ano, haverá reuniões periódicas do estudante com o seu orientador, para discussão da investigação realizada pelo estudante. O seminário termina com a apresentação de resultados obtidos. A avaliação terá em conta o trabalho elaborado ao longo do ano e a sua apresentação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the year, there will be periodic meetings of the student with his/her supervisor, for discussion of the research done by the student. The seminar ends with the presentation of the new results obtained so far. The assessment will take into account the work elaborated during the year and its final presentation.

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

A frequência bem sucedida deste seminário significa que há boas perspectivas de que a dissertação de doutoramento será concluída com êxito.

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

Success in this seminar means that the future perspectives regarding the conclusion of the dissertation are good.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia consiste em monografias e artigos de investigação recentes relacionados com o tema de tese. The bibliography consists of monographs and recent research papers related to the theme of the thesis.

Mapa IX - Tese (2º Ano) / Thesis (2nd year)**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tese (2º Ano) / Thesis (2nd year)

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Jorge Sebastião De Lemos Carvalhão Buescu(TA - 0 h),

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

O estudante inicia (ou prossegue) o seu trabalho de investigação para a tese de doutoramento

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student initiates (or continues) the research work for his/her doctoral thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O programa consiste em realizar investigação no tema da tese.

6.2.1.5. Syllabus:

The program consists of conducting research in the thesis's subject.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
A realização bem sucedida de investigação durante o 2º ano do Doutoramento significa que há boas perspectivas de que a dissertação de doutoramento será concluída com êxito.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
Success in the research conducted during the 2nd year of the PhD means that the perspectives regarding the conclusion of the dissertation are good.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Durante o ano, haverá reuniões periódicas do estudante com o seu orientador, para discussão da investigação realizada pelo estudante. A investigação desenvolvida pelo estudante será avaliada pelo orientador, tendo em conta os objectivos pretendidos e os resultados matemáticos obtidos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
During the year, there will be periodic meetings of the student with his/her supervisor, for discussion of the research done by the student. The supervisor will make an assessment of the investigation conducted by the student, taking into account the initial goals and the mathematical results obtained.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
As reuniões e discussões do estudante com o seu orientador sobre o tema da tese deve levar ao sucesso da investigação em curso.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The meetings and discussions about the thesis's subject of the student with his/her supervisor should lead to the success completion of the investigation undertaken.

6.2.1.9. Bibliografia principal:
A bibliografia consiste em monografias e artigos de investigação recentes relacionados com o tema de tese. The bibliography consists of monographs and recent research papers related to the theme of the thesis.

Mapa IX - Seminário Doutoral em Matemática II / Doctoral Seminar in Mathematics II

6.2.1.1. Unidade curricular:
Seminário Doutoral em Matemática II / Doctoral Seminar in Mathematics II

6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:
Luís Fernando Sanchez Rodrigues (TA - 0 h),

6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Neste seminário o estudante desenvolve a parte mais significativa e decisiva da sua dissertação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
In this seminar the student carries out research that will lead to the most significant part of the doctoral thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:
Os conteúdos do programa dependem do tema de investigação da tese.

6.2.1.5. Syllabus:
The program contents depend on the research subjects for his/her thesis.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
A frequência bem sucedida deste seminário significa que há boas perspectivas de que a dissertação de

doutoramento será concluída com êxito.

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

Success in this seminar means that the future perspectives regarding the conclusion of the dissertation are good.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante o ano, haverá reuniões periódicas do estudante com o seu orientador, para discussão da investigação realizada pelo estudante. O trabalho termina com a apresentação de resultados que constituirão parte substancial da tese de doutoramento. A avaliação terá em conta o trabalho elaborado ao longo do ano e a apresentação final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the year, there will be periodic meetings of the student with his/her supervisor, for discussion of the research done by the student. The seminar ends with the presentation of results that will form a substancial part of the thesis. The assesment will take into account the work ellaborated during the year and its final presentation.

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

Com este seminário doutoral, e antecipando a conclusão da tese de doutoramento, pretende-se que o estudante fique habilitado a desenvolver investigação matemática de uma forma autónoma.

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

By the end of this doctoral seminar, and anticipating the conclusion of the doctoral thesis, the student should be able to develop mathematical research in an autonomous fashion.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia consiste em monografias e artigos de investigação recentes relacionados com o tema de tese. The bibliography consists of monographs and recent research papers related to the theme of the thesis.

Mapa IX - Tese (3º Ano) / Thesis (3rd year)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tese (3º Ano) / Thesis (3rd year)

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Carlos Alberto Martins André(TA - 0 h), Fernando Abel Da Conceição Silva(TA - 0 h), Gracinda Maria Dos Santos Gomes Moreira Da Cunha(TA - 0 h), Jean Claude Zambrini(TA - 0 h), Orlando Manuel Bartolomeu Neto(TA - 0 h), Pedro Jorge Santos Freitas(TA - 0 h), Pedro Miguel Nunes Da Rosa Dias Duarte(TA - 0 h),

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

No 3º ano do Doutoramento, o estudante deverá desenvolver a parte mais significativa edecisiva da sua dissertação.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

During the 3rd year of the PhD, the student should pursue investigation that will lead to themost significant part of his/her doctoral thesis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O estudante continua a sua investigação matemática no tema da tese e redige a tese de doutoramento.

6.2.1.5. Syllabus:

The student continues conducting research in the thesis's subject and writes his/her doctoral thesis.

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

A realização bem sucedida da investigação durante o Doutoramento significa a publicação de artigos científicos e a obtenção do grau de Doutor pelo estudante.

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

Success in the research conducted during the PhD means the student gets publication of some scientific papers, and his/her PhD Degree.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante o ano, haverá reuniões regulares do estudante com o seu orientador, para discussão da investigação realizada pelo estudante. A investigação desenvolvida pelo estudante será avaliada pelo orientador, tendo em conta os objectivos pretendidos e os resultados matemáticos obtidos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the year, there will be periodic meetings of the student with his/her supervisor, for discussion of the research done by the student. The supervisor will make an assessment of the investigation conducted by the student, taking into account the initial goals and the mathematical results obtained.

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

Com a conclusão bem sucedida do programa, o estudante obtém o grau de Doutor e torna-se um investigador matemático autónomo.

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

Success in the doctoral program means that the student gets his/her PhD Degree and becomes autonomous as a mathematical researcher.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

A bibliografia consiste em monografias e artigos de investigação recentes relacionados com o tema de tese. The bibliography consists of monographs and recent research papers related to the theme of the thesis.

Mapa IX - Equações Diferencias Ordinárias e Funcionais / Ordinary and Functional Differential Equations**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Equações Diferencias Ordinárias e Funcionais / Ordinary and Functional Differential Equations

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

Maria Teresa Faria Da Paz Pereira - Disciplina não ativa 2013/14

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

Maria Carlota Da Rocha Xavier Rebelo Gonçalves - Disciplina não ativa 2013/14

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

Nesta disciplina complementam-se conhecimentos adquiridos em cursos de equações diferenciais ordinárias de 1º e 2º ciclos e dá-se uma introdução ao estudo das equações diferenciais funcionais, com ênfase em resultados recentes sobre o comportamento assintótico de soluções de equações diferenciais com atrasos usadas em biologia matemática e outras ciências..

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course complements previous courses in ordinary differential equations and gives an introduction to functional differential equations (FDEs), with emphasis on recent results on asymptotic behaviour of solutions to delay differential equations used in mathematical biology and other sciences.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Equações diferenciais ordinárias Equações diferenciais funcionais

6.2.1.5. Syllabus:

Ordinary differential equations Functional differential equations

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

Os tópicos incluídos no programa são usuais em disciplinas deste tipo.

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

The topics in the program are standard in a Ph. D. course on these subjects.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, onde a teoria e exemplos são apresentados. Módulo de EDO's: Entrega de exercícios e estudo e exposição de um artigo sobre a matéria estudada. Módulo de EDF: Trabalhos intercalares e um trabalho final, que inclui o estudo de um ou dois artigos recentes.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, where the theory and examples are presented. ODE's unit: Assignments during the course. At the end students present a recent paper on the subject. DDE unit: Assignments during the course, and a final assignment, which includes studying of one or two recent papers.

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

As aulas teóricas, onde a teoria é exposta e exemplos da teoria e de literatura recente são aprofundados e discutidos, permitem ao aluno ficar habilitado a compreender os resultados e técnicas fundamentais da área e a aplicá-los a modelos concretos de equações diferenciais ordinárias e equações diferenciais com atrasos.

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

The lectures, where the theory is presented and examples of the theory and from recent literature are discussed in more detail, help understanding the main results and techniques of the area and give the means for the student to apply them to some concrete ODE and DDE models.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Unit 1 (ODEs): 1. J. Sotomayor, Lições de Equações Diferenciais Ordinárias, Projeto Euclides, Rio de Janeiro, IMPA, 1979 2. C. Piccinini, G. Stampacchia, G. Vidossich Ordinary Differential Equations In R^n /problems and methods, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K, 1984 3. E. Zeidler, Nonlinear Functional Analysis and its applications: I: fixed-point theorems nonlinear functional analysis and its applications, Springer Verlag, New York, 1986 Unit 2 (DDEs): 1. Hal Smith, An Introduction to Delay Differential Equations with Applications to the Life Sciences, Springer-Verlag, New-York, 2011. 2. J.K. Hale, J.K., and S.M. Verduyn Lunel, Introduction to Functional Differential Equations, Springer-Verlag, New-York, 1993. 3. Y. Kuang, Delay Differential Equations with Applications in Population Dynamics, Academic Press, New York. 1993

Mapa IX - Cálculo das Variações e Optimização / Calculus of Variations and Optimization**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Cálculo das Variações e Optimização / Calculus of Variations and Optimization

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

Manuel Duque Pereira Monteiro Marques - Disciplina não ativa 2013/14

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Familiarização com as técnicas do cálculo das variações e da optimização, com a sua aplicação a problemas concretos e com a sua implementação numérica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Familiarization with techniques of calculus of variations and optimization, their application to real-world problems and their numerical implementation.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Noções de cálculo das variações e optimização: Problemas bem postos, resultados de existência. Técnicas de relaxação: envolvero inferiormente semi-contínuo, alargamento do espaço de definição. Optimização linear, método do simplex. Optimização não-linear: método do gradiente, método dos gradientes conjugados, método de Newton, métodos quase-Newton. Implementação numérica. Minimização com constrangimentos: condições necessárias de mínimo (KKT), método do gradiente com projecção, métodos de penalização, método do Lagrangeano aumentado. Implementação numérica. Aplicações em mecânica dos meios contínuos: Optimização paramétrica, optimização de

forma, optimização de topologia. Exemplos numéricos.

6.2.1.5. Syllabus:

Introduction to calculus of variations and optimization: Well-posed problems, existence results. Relaxation techniques: lower semi-continuous envelope, enlargement of the space. Linear optimization, simplex method. Non-linear optimization: gradient method, conjugated gradient method, Newton's method, quasi-Newton methods. Numerical implementation. Constrained optimization: necessary conditions on minimum (KKT), gradient method with projection, penalization methods, augmented Lagrangian method. Numerical implementation. Applications in continuum mechanics: parametric optimization, shape optimization, topology optimization. Numerical examples.

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são adaptados à utilização dos conceitos em situações de investigação.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
The syllabus is adapted to the use of the concepts in research.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Haverá aulas de resolução de exercícios e aulas mais teóricas assim como acompanhamento tutorial. Exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There will be exercise classes as well as lectures and tutorial supervision. Final exam.

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

O ensino através de aulas teórico-práticas assim como com acompanhamento tutorial prepara o aluno para os desafios do curso.

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

The teaching through exercises classes and lectures together with a tutorial supervision prepares the student for the challenges of the course.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

NOCEDAL, J, WRIGHT S.J., Numerical Optimization, Springer Series in Operations Research, 1999 PEDREGAL, P, Introduction to Optimization, Springer Texts in Applied Mathematics 46, 2004 ALLAIRE, G., Shape Optimization by the Homogenization Method, Springer Applied Mathematical Sciences 146, 2002

Mapa IX - Modelação Matemática e Métodos Numéricos em Mecânica / Math. Mod. and Numerical Methods in Mechanics

6.2.1.1. Unidade curricular:

Modelação Matemática e Métodos Numéricos em Mecânica / Math. Mod. and Numerical Methods in Mechanics

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

Paulo Verdasca Amorim - Disciplina não ativa 2013/14

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

1) Apresentar os fundamentos da Mecânica dos Meios Contínuos: notações, aspectos matemáticos e físicos (leis fundamentais e conceitos teóricos chave). 2) Apresentar os problemas principais dos Meios Contínuos: elasticidade linear e não linear (formalismo matemático e princípios físicos). 3) Fazer uma introdução à teoria dos defeitos nos materiais sólidos com uma ênfase particular nos aspectos matemáticos específicos necessários a uma formulação dos problemas. Os defeitos que serão estudados são de dois tipos: superficiais (as fracturas) ou lineares (as deslocções). 4) Apresentar os principais métodos numéricos utilizados em Mecânica dos Meios Contínuos, especialmente os métodos de optimização e variacionais. Nestes sentido, será abordado o método dos elementos finitos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1) Give an introduction to the fundamentals of Continuum mechanics: notations, mathematical and physical aspects (basic laws and key theoretical concepts). 2) Provide an introduction to the main problems of Continuum mechanics: linear and nonlinear elasticity (mathematical formalism and physical principles). 3) Give an introduction to the theory of defects in solids with special emphasize on the specific mathematical aspects which are required to well formulate the problems. The defects are basically of two types: surface-like (fracture) and line-like (dislocations and disclinations). 4) Provide an introduction to the main numerical methods used in the field of Continuum mechanics with special emphasize on optimization and variational methods. In particular the Finite Elements methods will be studied.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à mecânica dos meios contínuos (32 horas) • Cálculo tensorial e geometria diferencial (4 horas) • Leis de conservação, cinemática & dinâmica (6 horas) • Elasticidade linear (10 horas) • Elasticidade não linear (8 horas) • Elementos de termodinâmica (4 horas) 2. Introdução à modelização dos defeitos nos materiais sólidos (12 horas) • Fractura frágil (4 horas) • Deslocações (8 horas) 3. Alguns métodos numéricos na Mecânica (8 horas) • Método das diferenças finitas (2 horas) • Método dos elementos finitos (4 horas) • Outros métodos de optimização (2 horas) 4. Discussão de um artigo científico (4 horas) • Cada aluno efectua uma apresentação sobre um artigo científico focado num temado curso

6.2.1.5. Syllabus:

1. Introduction to Continuum Mechanics (32 hours) • Tensor calculus and differential geometry (4 hours) • Conservation laws, Kinematics, Dynamics (6 hours) • Linear Elasticity (10 hours) • Nonlinear Elasticity (8 hours) • Introduction to thermodynamics (4 hours) 2. Introduction to the Modelling of Defects in Solids (12 hours) • Brittle fracture (4 hours) • Dislocations (8 hours) 3. Some Numerical Methods in Mechanics (8 hours) • Finite Difference method (2 hours) • Finite Elements method (4 hours) • Other optimization methods (2 hours) 4. Discussion of a Scientific Paper (4 hours) • Each student prepares a talk on a scientific paper focusing on a topic covered by the course

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular. Os conteúdos programáticos são adaptados à utilização dos conceitos em situações de investigação.

6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives. The syllabus is adapted to the use of the concepts in research.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Haverá aulas de resolução de exercícios e aulas mais teóricas assim como acompanhamento tutorial. Exame final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There will be exercise classes as well as lectures and tutorial supervision. Final exam.

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

O ensino através de aulas teórico-práticas assim como com acompanhamento tutorial prepara o aluno para os desafios do curso.

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

The teaching through exercises classes and lectures together with a tutorial supervision prepares the student for the challenges of the course.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

1) Numerical analysis and optimization by G. Allaire (Oxford Science Publishing, 2007) 2) Nonlinear problems of elasticity by S. Antman (Springer Verlag, 1995) 3) Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology by J.-L. Lions and R. Dautray (6 volumes, Springer Verlag, 1990) 4) Mechanics of deformable bodies by I. Doghri (Springer Verlag, 2001) 5) Crystals, Defects and Microstructures: Modeling Across Scales by R. Phillips (Cambridge Press, 2001) 6) The Finite Element Method by T. Hughes (Dover, 2000) 7) Mathematical Elasticity: Volume I: Three-Dimensional Elasticity by Ph. Ciarlet (North Holland, 2000) 8) Mathematical Models for Elastic Structures by P. Villaggio (Cambridge University Press, 2005) 9) A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity by A. E. H. Love (Dover, 2008) 10) Thermodynamics by E. Fermi (Dover, 1956)

Mapa IX - Exame de Qualificação (Álgebra) / Qualifying Examination (Algebra)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Exame de Qualificação (Álgebra) / Qualifying Examination (Algebra)

- 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**
Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h
- 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**
Não há outros docentes envolvidos.
- 6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**
Avaliar a capacidade do estudante para prosseguir o doutoramento, no que respeita a formação em álgebra.
- 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**
Evaluate the student's ability to pursue PhD studies including a strong algebra component.
- 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**
Subgrupos, homomorfismos, grupos quociente. Teorema de Lagrange. Grupos de transformações e o Teorema de Cayley. Grupos cíclicos, grupos de permutação. Morfismos, ideais, anéis quociente. Domínios de factorização única, domínios de ideais principais, domínios de Euclides. Corps de frações. Ideais primos e maximais. Anéis de polinómios. Polinómios sobre um corpo. O Lema de Gauss. Submódulos, morfismos, quocientes. Somas e produtos directos. Módulos livres. Teorema de Base de Hilbert. Aplicações lineares. Forma normal de Jordan (sem demonstração). Produtos internos. Matrizes Hermíticas e o teorema espectral. Extensões de corpos. Corps de decomposição, fecho algébrico, normalidade e separabilidade. O Grupo de Galois de um polinómio e a correspondência de Galois ("Teorema fundamental da Teoria de Galois"). Corps Finitos. Extensões cíclicas.
- 6.2.1.5. Syllabus:**
Subgroups, morphisms, quotients. Lagrange's theorem. Groups of transformations and Cayley's theorem. Cyclic groups, permutation groups. [4], 4.1-4.8 except Burnside's Theorem. [3] I.1 and IV.1-IV.5. [1], chapters 1 and 2. [2], chapters 2 and 6. Morphisms, ideals, quotient rings. UFD's, PID's, Euclidean domains. Fields of fractions. Prime and maximal ideals. Polynomial rings. Polynomials over a field. Gauss' lemma. [1], chapter 3. [4] 3.1-3.6 and 5.1. Submodules, morphisms, quotients. Direct sums and products. Free modules. Hilbert's theorem. [5] II.1-II.6. [1] chapter 4 and 8.1 and 8.4 Linear transformations. Jordan normal form. Inner products. Hermitian matrices and spectral theo. [2], 4.1-4.6; chapter 7; 12.7. [1], 7.4 for Jordan form. Field extensions. Splitting fields, algebraic closure, normality and separability. The Galois group and the Galois correspondence ("Fundamental theorem of Galois Theory"). Finite fields. Cyclic extensions. [3], chapters I-III and V.1, V.2. [1], chapter 5.
- 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**
Não se aplica
- 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**
It does not apply
- 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Não se aplica. Exame escrito.
- 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**
It does not apply. Written examination.
- 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**
Não se aplica.
- 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
it does not apply.
- 6.2.1.9. Bibliografia principal:**
References [1] T. Hungerford, Algebra, Springer, 1974. [2] M. Artin, Algebra, Prentice-Hall, 1991. [3] Owen J. Brison, Teoria de Galois, DMFCUL, 2003. [4] António J. Monteiro & Isabel T. Matos, Álgebra, Um primeiro Curso, Escolar Editora, 1995. [5] Pedro J. Freitas, Tópicos de Álgebra Superior, DMFCUL, 2005.

Mapa IX - Exame de Qualificação (Análise Matemática) / Qualifying Examination (Mathematical Analysis)**6.2.1.1. Unidade curricular:***Exame de Qualificação (Análise Matemática) / Qualifying Examination (Mathematical Analysis)***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Não há outros docentes envolvidos.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Numa área abrangente como a Análise Matemática considera-se que o objectivo central do exame será o de testar a capacidade de relacionar os conhecimentos adquiridos nos estudos graduados em: · Análise Complexa; · Medida e Integração; · Análise Funcional Em cada um dos temas deverão ser valorizadas questões conceptuais em detrimento de conteúdos programáticos muito detalhados ou particulares.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***In a broad area like Mathematical Analysis the main goal is to test the ability to relate the knowledge on the following subjects: Complex Analysis Measure Theory and Integration Functional Analysis In each subject, basic conceptual questions should prevail over too specialized contents.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Funções holomorfas e equações de Cauchy-Riemann; Índice; Teo. e fórmula de Cauchy; Séries de potências; Teo. dos resíduos e integrais. Esp. de medida; Medidas exteriores e conjuntos mensuráveis; Medidas em esp. topológicos e teoremas de representação; Medida de Lebesgue; Funções mensuráveis; Integral de Lebesgue; Teo. de convergência; Continuidade absoluta e Teorema de Fubini; Mudança de variável; Espaços L_p : completude e dualidade. Espaços métricos: sucessões de Cauchy, completação; Esp. de Hilbert: bases, série de Fourier, relação de Parseval; Op. lineares lim. em esp. de Hilbert: funcionais em esp. de Hilbert, oper. adjuntos, auto-adjuntos e normais, de projecção ortogonais, subespaços invariantes, operadores compactos; teoria espectral dos operadores auto-adjuntos compactos; Esp. de Banach: esp. quociente, func. lineares e esp. duais, teo. de Hahn-Banach, teo. da apli. aberta e do gráfico fechado, princ. da lim. uniforme, oper. transposto, convergência forte e fraca, esp. reflexivos.***6.2.1.5. Syllabus:***Complex Analysis: Holomorphic functions and Cauchy-Riemann conditions; index; Cauchy's theorem and Cauchy's formula in simply connected regions; power series; residue theorem and applications to integration. Measure theory and Integration: exterior measures; measure in topological spaces and representation theorems; Lebesgue measure; convergence theorems; absolute continuity; Fubini's theorem; L_p spaces – completeness and duality. Functional Analysis: Metric spaces. Hilbert spaces: bases, Fourier series, Parseval identity. Bounded linear operators and functionals in Hilbert spaces. Adjoint and normal operators. Invariant subspaces. Compact operators. Spectra of self-adjoint compact operators. Banach spaces – quotient, dual spaces, Hahn-Banach theorem. Open mapping and closed graphs theorems. Uniform boundedness principle. Adjoint operator, weak convergence, reflexive spaces.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Os temas requeridos são essenciais para prosseguir uma tese de doutoramento com uma forte componente em análise.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***The subjects required are essential to pursue a PhD thesis with a strong analysis component.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Não se aplica. Exame escrito.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***It does not apply. Written examination.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***Não se aplica. O exame destina-se a avaliar a preparação do aluno tendo em vista o doutoramento.*

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
It does not apply. The examination aims to evaluate the students background in view of the PhD.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

I – Complex Analysis · L. Ahlfors, Complex Analysis, 3rd ed. McGraw Hill, 1979. II – Measure Theory and Integration · W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 1985 III – Functional Analysis · J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer-Verlag, 1985.

Mapa IX - Exame de Qualificação (Análise Numérica) / Qualifying Examination (Numerical Analysis)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Exame de Qualificação (Análise Numérica) / Qualifying Examination (Numerical Analysis)

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Comprovar a capacidade do estudante para prosseguir no Doutoramento no que respeita análise numérica.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Testify the capacity of the student to pursue PhD program in which concerns numerical analysis.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Formação em análise numérica.

6.2.1.5. Syllabus:

Examination on numerical analysis.

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

Os conteúdos cobrem a formação geral em Análise Numérica.

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

The syllabus covers the general background on Numerical Analysis.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Não se aplica.Exame escrito.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

It does not apply.Written examination.

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

Não se aplica.

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

It does not apply.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

· BURDEN, R.L.; FAIRES, J.D. – Numerical Analysis (&th. Ed.), PWS, Boston, 1997. Para os itens 1. a 9.: Cap. 2: [2.1-2.4], 2.6; Cap. 3: [3.1-3.3]; Cap. 4: 4.1, [4.3-4.4], 4.7; Cap. 6: [6.1-6.2], [6.5-6.6]; Cap. 7: 7.1, [7.3-7.4]; Cap. 8: [8.1-8.3]; Cap. 9: [9.1-9.2]. Em relação ao item 10.: Cap. 5: [5.1-5.4], [5.6-5.7], [5.9-5.10]; Cap. 11: [11.1-11.4]. Em relação ao item 11.: Cap. 12: [12.1-12.3]. · JOHNSON, C. – Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Cambridge University Press, Cambridge, 1987. Recomendam-se para os itens 12. e

13.: Cap. 1: [1.1-1.4], 1.7; Cap. 2; Cap. 3; Cap. 4.

Mapa IX - Exame de Qualificação (Física Matemática) / Qualifying Examination (Mathematical Physics)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Exame de Qualificação (Física Matemática) / Qualifying Examination (Mathematical Physics)

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Objectivo – A Física-Matemática, cobrindo um domínio enorme, assenta num conjunto de conhecimentos básicos de Análise Matemática, Geometria, etc. que devem ser testados complementarmente nos exames de qualificação respectivos em segunda escolha. Por outro lado, estando direccionado para os modelos da Física, deve testar um conjunto de noções e métodos essenciais que devem ser cobertos nas disciplinas de graduação, neste caso o ponto 1, básico e obrigatório, em disciplinas de terceiro ano (ainda 1ºciclo) e os pontos 2 e 3, que serão em alternativa, por escolha dos candidatos, complementares ao primeiro, em disciplinas de quarto ano (já de 2ºciclo).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Mathematical Physics covers today a huge field of knowledge, including basic notions of Analysis, Geometry, Algebra, etc.... Those fields are tested in their respective exams. But, regarding the construction of a number of specific physical models, there is a set of basic notions and methods, already covered in graduate disciplines. They are described in section 1. and studied in third year (First cycle). This part is compulsory. The Section 2 and 3 are devoted to material to be chosen in alternative by the student, and are covered by 4th year disciplines (Second cycle)

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Métodos elementares da Mecânica Clássica: Equações do movimento unidim., existência e propriedades da solução; o problema de Kepler. Oscilações harmónicas e vibrações lineares. Ondas e corda vibrante. Mecânica Analítica e Cálculo das Variações. Princ. da menor acção e a equação de Lagrange. Equações de Hamilton e leis de conservação. Mecânica sobre Variedades Diferenciáveis. Formulação Lagrangiana. Simetria e conservação. Teorema de Noether. Formulação Hamiltoniana. Variedades simpléticas. Colchetes de Poisson e transf. canónicas. Eq. de Hamilton-Jacobi. Teoria dos Campos e da Relativ. Geral. Eq. dos campos electromagnético e gravítico. Mecânica dos Meios Deformáveis. Elem. de Análise Aplicada. Problemas elípticos em espaços de Sobolev. Equações de evolução lineares. Elem. de Mecânica de Sólidos. Eq. da elasticidade. Prob. da elastoestática. Princípios variacionais e exemplos. Elem. de Mecânica de Fluidos. Eq. clássicas e exemplos de escoamentos. Fluidos Newtonianos e Eq. de Navier-Stokes.

6.2.1.5. Syllabus:

Mathematical Physics covers today a huge field of knowledge, including basic notions of Analysis, Geometry, Algebra, etc.... Those fields are tested in their respective exams. But, regarding the construction of a number of specific physical models, there is a set of basic notions and methods, already covered in graduate disciplines. They are described in section 1. and studied in third year (First cycle). This part is compulsory. The Section 2 and 3 are devoted to material to be chosen in alternative by the student, and are covered by 4th year disciplines (Second cycle)

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

O programa contempla a formação necessária para prosseguir um PhD com forte componente desta área.

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

The syllabus covers the subjects required to pursue a PhD incising in this area.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Não se aplica. Exame escrito com eventual prova oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

It does not apply. Written examination with eventually an oral examination.

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

Não se aplica.

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

It does not apply.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

V. Arnold, (1978) Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, Berlin. H. Brézis, (1983) Analyse Fonctionnelle, Masson, Paris. L. Evans, (1998) Partial Differential Equations, American Mathematical Society, Providence, RI. B. Dubrovin, S. Novikov & A. Fomenko, (1984) Modern Geometry: Methods and Applications, vol. 1, Springer-Verlag, N.Y. T. Frankel (1997), The Geometry of Physics, An Introduction. Cambridge University Press, Cambridge. G. Gallavotti (1983) The Elements of Mechanics, Springer-Verlag, New York. J. José & E. Saletan, (1998) Classical Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge. A. Miranville & R. Teman, (2000) Math. Modelling in Continuum Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge. E. Zeidler, (1990), Nonlinear Functional Analysis and its Applications II: Linear Monotone Operators, Springer-Verlag, N.Y.E. Zeidler, (1988), Nonlinear Functional Analysis and its Applications IV: Applications to Mathematical Physics, Springer-Verlag, N.Y.

Mapa IX - Exame de Qualificação (Geometria e Topologia) / Qualifying Examination (Geometry and Topology)

6.2.1.1. Unidade curricular:

Exame de Qualificação (Geometria e Topologia) / Qualifying Examination (Geometry and Topology)

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

Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Testar a formação básica em Geometria e Topologia compatível com continuação de estudos de doutoramento.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To testify the basic knowledge in Geometry and Topology compatible with the continuation of PhD studies.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Fomação básica em Geometria e Topologia.

6.2.1.5. Syllabus:

Undergraduate formation in Geometry and Topology.

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

Não se aplica.

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

It does not apply.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame escrito. Prova escrita.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Written examination. Exame escrito.

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

Não se aplica.

6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.*It does not apply.***6.2.1.9. Bibliografia principal:**

Capítulo 1 do livro Introdução à Análise Funcional, colecção Textos de Matemática do DM. Capítulos 1, 2, e 4 de Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Graduate Texts in Mathematics, de Frank W. Warner, à excepção do Teorema de Frobenius. Elementary Differential Geometry, Elsevier, de Barret O'Neill Capítulo 4 de Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Graduate Texts in Mathematics, de Frank W. Warner. Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry, Addison-Wesley, de William Fulton. Algebraic Topology: a first course, Springer-Verlag, de William Fulton. 4)

Mapa IX - Projecto / Project**6.2.1.1. Unidade curricular:***Projecto / Project***6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria Teresa De Lemos Monteiro Fernandes - 0h***6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Não há outros docentes envolvidos.***6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Desenvolver a capacidade de trabalho autónomo do estudante de 3º ciclo.***6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To develop the individual capacity of performing mathematical work.***6.2.1.5. Conteúdos programáticos:***Os conteúdos dependem da escolha do estudante, do seu orientador e do coordenador do ciclo, enquadrando-se no seu plano de estudos.***6.2.1.5. Syllabus:***The syllabus depend on the choice of the student and his supervisor as well as of the PhD coordinator, being framed by the study plan.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***O programa de trabalho adequa-se à preparação da tese.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***The program is adequated to the PhD's preparation.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***O trabalho é periodicamente orientado pelo professor encarregado do projecto. A avaliação consta de uma exposição oral final.***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***The work is periodically supervised by the professor in charge of the project. The evaluation consists on an oral proof.***6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***O estudante ficará preparado para realizar investigação de forma autónoma.***6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***The student will be prepared to pursue research work by his own.***6.2.1.9. Bibliografia principal:**

Não se aplica.

Mapa IX - Teoria da Demonstração / Proof Theory

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria da Demonstração / Proof Theory

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

Fernando Jorge Inocêncio Ferreira - 45h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Introduzir o aluno doutoral à teoria da demonstração e às suas técnicas principais, tendo em conta uma possível dissertação que se apoie nesta temática. Pretende-se que a cadeira seja também interessante para o não especialista em lógica matemática (p.ex., para o estudante em ciência da computação teórica ou o estudante interessado em matemática construtiva). Por isso, a disciplina não deve focar tópicos demasiado especializados (estes tópicos devem ser deixados ao aluno especialmente motivado).

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To introduce the student to Proof Theory and its main techniques, taking into account a possible doctoral dissertation which requires the learning of the subject. It is envisaged that the course can also be of interest to the non-specialist in mathematical logic (for instance, for the student in theoretical computer science or the student interested in constructive mathematics). Therefore, very specialized themes should be avoided (these themes can be left to the specially motivated student).

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Sugerem-se três tópicos principais, abordando-se pelo menos dois deles. Esta sugestão pode não ser seguida caso se decida focar profundamente num só tópico (apenas recomendável caso o curso tenha somente estudantes de lógica) ou se decida incluir um novo tópico. Para cada tópico escolhido, sugere-se fortemente a discussão de, pelo menos, o seguinte: (1) Lógica intuicionista. Sistemas de dedução natural. Deduções normais e normalização. O cálculo lambda tipado e a correspondência de Curry-Howard. Modelos de Kripke. Relações com a lógica clássica: traduções negativas. Aritmética de Peano e aritmética de Heyting. (2) Sistemas de aritmética de tipos finitos. A realizabilidade modificada de Kreisel. Majoração e a regra FAN. A interpretação funcional de Gödel. A conservação do lema fraco de König. (3) Teorema de eliminação do corte em lógica clássica. O cálculo de Tait estendido a sistemas semi-formais da aritmética. A computação do ordinal da aritmética de Peano.

6.2.1.5. Syllabus:

We suggest three main topics, at least two of which should be covered. This suggestion can be overridden in case one decides to focus in depth on a single topic (this is only recommended in case the class has only logic students) or if a new topic is included. For each chosen topic, it is strongly suggested the discussion of, at least, the following: (1) Intuitionist logic. Natural deduction systems. Normal proofs and normalization. Typed lambda calculus and the Curry-Howard correspondence. Kripke models. Relations to classical logic: negative translations. Peano arithmetic and Heyting arithmetic. (2) Systems of finite type arithmetic. Kreisel's modified realizability. Majorization and the FAN rule. Gödel's functional interpretation. The conservativity of weak König's lemma. (3) The cut-elimination theorem in classical logic. Tait calculus extended to semi-formal systems of arithmetic. The ordinal of Peano arithmetic.

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

A coerência é evidente.

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

The coherence is evident.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição teórica. Trabalhos para casa dados durante a aula teórica. Possível discussão oral.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical exposition. Homeworks given during class. Possible oral discussion.

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

A exposição teórica, muito aberta a questões dos estudantes é a que se adequa melhor a uma disciplina doutoral.

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

The theoretical exposition, with a great openness towards questions of the students, seems to be the better way to offer a doctoral course.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Constructivism in Mathematics, vol. I, A. S. Troelstra e D. van Dalen. North-Holland, Amsterdam (1988). Troelstra, A.S. & Schwichtenberg, H.: Basic Proof Theory, Cambridge University Press, 2000. Ferreira, F. & Ferreira, G.: "Atomic Polymorphism", The Journal of Symbolic Logic 78, pp. 260-274 (2013) Ferreira, F.: "Proof interpretations and majorizability". Em Logic Colloquium'07, Françoise Delon et al. org., Cambridge University Press 2010, pp. 32-81. In http://www.ciul.ul.pt/~ferferr/proof_interpretations.pdf. Avigad, J. & Feferman, S.: "Gödel's functional ('Dialectica') interpretation". Em Handbook of Proof Theory, pp. 337-405, organizado por S. Buss, Elsevier, 1998. Applied Proof Theory, U. Kohlenbach. Springer (2008).

Mapa IX - Teoria dos Semigrupos Inversos / Theory of Inverse Semigroups

6.2.1.1. Unidade curricular:

Teoria dos Semigrupos Inversos / Theory of Inverse Semigroups

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

Gracinda Maria Dos Santos Gomes Moreira Da Cunha - 45h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Este curso tem por objectivo fornecer aos alunos os conhecimentos básicos sobre a teoria dos semigrupos inversos, necessários quer para o desenvolvimento dos seus estudos nesta área quer para trabalharem em classes mais gerais de semigrupos. Será salientada a interacção entre a teoria dos semigrupos inversos e a teoria dos grupos.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to provide the students with the basic knowledge on the theory of inverse semigroups, necessary to develop their studies in this area or to work in more general classes of semigroups. The interaction between the theory of inverse semigroups and the theory of groups will be enhanced.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Simetrias versus simetrias parciais – grupos versus semigrupos inversos. Representação de um semigrupo inverso. Semigrupos inversos fundamentais. Extensões. Semigrupos inversos E-unitários: coberturas e produtos semidirectos de semi-reticulados por grupos. O semigrupo inverso livre. Apresentações. Classes de semigrupos que generalizam os inversos.

6.2.1.5. Syllabus:

Symmetries versus partial symmetries – groups versus inverse semigroups. Representation of an inverse semigroup. Fundamental inverse semigroups. Extensions. E-unitary inverse semigroups: covers and semidirect products of semilattices by groups. The free inverse semigroup. Presentations. Classes of semigroups that generalize the inverse case.

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

A matéria ministrada é a característica de um curso de iniciação à teoria dos semigrupos inversos e suas generalizações a nível internacional.

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

The topics presented are the natural and usually presented in a first course on inverse semigroups and their generalizations at international level.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas. O professor apresentará a matéria no quadro e pedirá aos alunos que efectuem algumas demonstrações e resolvam exercícios que serão discutidos na aula seguinte. Avaliação será contínua, tendo em conta a prestação dos alunos nas aulas bem como a resolução dos trabalhos que lhe forem propostos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and practical classes will be given. The lecturer will present the main topics on the board and will ask the students to do some of the proofs and to solve various exercises, to be discussed in the following practical class. The evaluation will be a continuous assessment, having in mind the performance of the student in the class and the resolution of the homework proposed.

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

No final do curso os alunos saberão as bases da teoria e deverão estar familiarizados com as técnicas de demonstração aplicadas, e preparados para iniciar trabalho de investigação na área ou em áreas relacionadas.

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

At the end of the course the students will know the basis of the theory and should be acquainted with the techniques applied, being prepared to start doing research on the field and on related areas.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Inverse semigroups, the theory of partial symmetries, Mark Lawson, world scientific, 1998. Fundamentals of semigroup theory, J.M. Howie, Clarendon Press, oxford, 1995.

Mapa IX - Tópicos de Álgebra / Topics in Algebra**6.2.1.1. Unidade curricular:**

Tópicos de Álgebra / Topics in Algebra

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

Gracinda Maria Dos Santos Gomes Moreira Da Cunha - 45h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Complementar conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos e apresentar temas especializados de investigação na área da Álgebra.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To complement the knowledge on algebra previously acquired by the students and to present cutting-edge topics of research.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Na leccionação da disciplina, o desenvolvimento de tópicos do programa terá em conta a formação anterior dos alunos e os seus interesses de investigação, pelo que no início de cada ano lectivo será fixado um programa detalhado. São exemplos de temas possíveis as teorias de grafos, categorias, matróides, modelos, autómatos, álgebras de Boole, . . .

6.2.1.5. Syllabus:

In teaching the course, the development of program topics will take into account previous training of the students and their research interests, so at the beginning of each school year will set a detailed program. Examples of possible themes theories of graphs, categories, matroids, models, automata, Boolean algebras, ...

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

A matéria ministrada surge naturalmente em cursos destinados a completar a formação de um aluno de doutoramento, a nível internacional.

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

The topics presented appear naturally in courses aiming at complementing the knowledge of a PhD student, at international level.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas. O professor apresentará a matéria no quadro e pedirá aos alunos que efectuem algumas demonstrações e resolvam exercícios que serão discutidos na aula seguinte. Avaliação será contínua, tendo em conta a prestação dos alunos nas aulas bem como a resolução dos trabalhos que lhe forem propostos.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and practical classes will be given. The lecturer will present the main topics on the board and will ask the students to do some of the proofs and to solve various exercises, to be discussed in the following practical class. The evaluation will be a continuous assessment, having in mind the performance of the student in the class and the resolution of the homework proposed.

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

No final do curso os alunos saberão as bases de novas teoria e deverão estar familiarizados com as técnicas de demonstração aplicadas, e preparados para iniciar trabalho de investigação na área ou em áreas relacionadas.

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

At the end of the course the students will know the basis of new theories and should be acquainted with the techniques applied, being prepared to start doing research on the field or on related areas.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Dada a natureza do curso, a bibliografia será fixada no início de cada ano lectivo em conjunto com o programa de acordo com os tópicos a desenvolver. In view of the specificity of this course, the bibliography will be fixed at the beginning of each school year according to the topics to be presented.

Mapa IX - Tópicos de Lógica Matemática / Topics in Mathematical Logic

6.2.1.1. Unidade curricular:

Tópicos de Lógica Matemática / Topics in Mathematical Logic

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

Fernando Jorge Inocêncio Ferreira - 45h

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

Não há outros docentes envolvidos.

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

Esta unidade curricular é dirigida a estudantes que já têm alguma familiaridade com a lógica matemática. O curso deve cobrir tópicos que são importantes na lógica matemática contemporânea e que geralmente não se dão em cursos mais introdutórios.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is intended to students already familiar with the basics of mathematical logic. The course should cover topics which are important in contemporary mathematical logic but are usually omitted in more introductory courses.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Programa em aberto à escolha do professor responsável. O curso deve cobrir assuntos que são importantes na lógica matemática contemporânea mas que geralmente são omitidos em cursos introdutórios.

6.2.1.5. Syllabus:

Open program chosen by the lecturer. The course should cover topics which are important in contemporary mathematical logic but are usually omitted in more introductory courses.

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

Como se pode constatar pelo material do curso e pelos apontamentos de Stephen Simpson (veja-se bibliografia),

os objetivos do curso estão bem servidos.

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

As one can see by the course syllabus and the course notes of Stephen Simpson (see the references), the goals of the course are well served.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição teórica. Pretende-se um envolvimento sólido dos alunos em termos de questões levantadas. Algum material não será demonstrado completamente na exposição (se é que se demonstra). Deste, algum será deixado para o estudante trabalhar em casa. Trabalhos para casa e possível exposição de material.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical exposition. Engagement with the students in terms of questions. Some material will not be proven in detail in class (if at all). Of this material, some will be left for the student to master at home. Homeworks and possible exposition of material.

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

O ensino segue a metodologia estabelecida para um curso muito avançado em matemática pura.

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

The method of teaching follows the established methodology for a very advanced course in pure mathematics.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Stephen G. Simpson: Topics in Logic and Foundations. Apontamentos disponíveis em // Course notes available in <http://www.math.psu.edu/simpson/notes/>

Mapa IX - Monografia / Monograph

6.2.1.1. Unidade curricular:

Monografia / Monograph

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

Maria Teresa de Lemos Monteiro Fernandes - 300T

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

Maria João Antunes Gouveia

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

Obtenção de conhecimentos numa determinada área de Matemática.

6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Obtaining knowledge in a particular area of Mathematics.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

Esta disciplina tem o conteúdo programático propositadamente em aberto. O conteúdo concreto oferecido num determinado momento depende da formação anterior dos estudantes e dos seus interesses científicos e pode coincidir o conteúdo programático de uma disciplina do Mestrado em Matemática.

6.2.1.5. Syllabus:

The syllabus is deliberately open. The concrete syllabus offered at a particular time depends on the previous training of the students and their scientific interests and can match the syllabus of a course from the master's degree in Mathematics.

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

O programa de trabalho adequa-se à preparação da tese.

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

The program is adequated to the PhD's preparation.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O trabalho é periodicamente orientado pelo professor encarregado do projecto. A avaliação consta de uma exposição oral final.

6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The work is periodically supervised by the professor in charge of the project. The evaluation consists on an oral proof.

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

O estudante ficará preparado para realizar investigação de forma autónoma.

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

The student will be prepared to pursue research work by his/her own.

6.2.1.9. Bibliografia principal:

Depende do conteúdo programático concreto.

Depends on the concrete syllabus.

6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

6.3.1. Adaptação das metodologias de ensino e das didácticas aos objectivos de aprendizagem das unidades curriculares.

Nas unidades curriculares do curso de Formação Avançada o aluno, através de um ensino predominantemente tutorial, reforça e complementa a sua formação, ganha maturidade e autonomia, e a elaboração da tese comprova a capacidade de realizar investigação científica.

6.3.1. Adaptation of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

During the Advanced Course, and most of all thanks to a dominant tutorial learning, the student reinforces and complements his/her education background, improves his/her maturity and autonomy, and the elaboration of the PhD thesis confirms his/her ability of doing research.

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

A organização do curso de 3º ciclo em Matemática corresponde a 3 anos com 60 unidades de crédito anuais. Por decisão do Senado da Universidade de Lisboa, uma (1) unidade de crédito corresponde a vinte e oito (28) horas de trabalho de um estudante. Pressupõe-se assim que um ano de trabalho (60 unidades de crédito) corresponde a 1680 horas de trabalho. A avaliação destas condições foi realizada na FCUL através de inquéritos dirigidos aos alunos e aos docentes aquando da adequação dos cursos ao processo de Bolonha. Este é um assunto cuidadosamente pensado em cada reestruturação, principalmente quando se propõem mudanças estruturais no plano curricular da graduação. Como referido nos pontos 2.1.2 e 2.2.1, anualmente ocorrem vários processos de validação para identificar casos problemáticos. Alguns instrumentos devem ser introduzidos nos processos de avaliação da qualidade pedagógica, que se destinem a avaliar o esforço/trabalho exigido ao estudante em cada unidade curricular.

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

The organization of this 3rd Cycle in Mathematics corresponds to three years, 60 credit units annually. By decision of the Senate of the University of Lisbon, a unit of credit is by definition equivalent to twenty-eight (28) hours of work by the student. It is assumed therefore that a year's work (60 credit units) corresponds to 1680 hours. The evaluation of this equivalent was done in FCUL through a survey directed to students and teachers when programs were rearranged according to the Bologna process. This has been a carefully discussed and considered subject in each restructuring, especially when there are structural changes in the study cycle's curriculum. As mentioned in sections 2.1.2 and 2.2.1, several annual validation processes occur which facilitate the identification of problematic cases. Some instruments should be introduced for the assessment of teaching quality to evaluate the required effort/work by the student in each curricular unit.

6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

A forma de avaliação no curso de Formação Avançada varia de disciplina para disciplina e de professor para

professor. Isto é típico de estudos de pós-graduação de carácter científico com alunos de alto nível. O aluno é acompanhado de modo contínuo (através da sua participação nas aulas e apresentação de vários trabalhos ao longo do semestre). Na maioria dos cursos, há um exame final escrito (seguido, possivelmente, dum oral) e/ou um trabalho final ao aluno. A percentagem alocada à componente contínua e ao exame final pode variar e, por vezes, o exame final vale 100%. Nem sempre há necessidade de exame final. A exata descrição da avaliação é apresentada aos alunos no início das aulas.

A orientação da tese e os seminários é tutorial. Os seminários culminam com pelo menos uma apresentação pública onde são avaliados. A tese é apresentada em discussão pública, e a sua aceitação seguida de aprovação/reprovação por um júri formado de especialistas confirma o objectivo do ciclo.

6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The learning assessment of the students along the Advanced Course varies from course to course and from professor to professor. This is typical of graduate level scientific degrees with good students. In general, students are accompanied in a continuous mode (through their participation in classes or regular homework assignments). In most of the courses, there is a final written examination (followed, possibly, by an oral examination) and/or a final homework (of broader character). The percentage of the grade for the final exam varies, but it can be 100%. A final exam may not be needed. The exact form of the assessment is duly communicated to the students in the beginning of the semester.

The supervision of the thesis and of the seminars is tutorial.

The seminars and project assessment includes at least one public presentation. The PhD thesis is also publicly discussed, and its acceptance/refusal followed by approval/reproval by a jury formed by experts confirms the goal of this cycle.

6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em actividades científicas.

A ciência faz parte de todas as componentes do Doutoramento em Matemática. Em algumas das disciplinas mais avançadas, assim como nos Seminários, Projecto e na Dissertação, o aluno é introduzido à investigação científica através da leitura de artigos de investigação e na própria produção de material original. O aluno também é convidado a participar nos inúmeros seminários científicos que têm lugar no departamento e nos seus centros. Porém, esta participação não tem sido muito frequente. Tal é compreensível dado que estes seminários são muito especializados e não dirigidos especialmente a alunos.

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

Science is part of every component of the PhD Program in Mathematics. In some advanced courses, as well as in Seminars, Project and in the PhD thesis, the student is introduced to scientific research through the reading of scientific articles and in the production of original research itself. Students are also invited to attend the many seminars that are offered by the research centers with connections with the department. This attendance is not strong but this is understandable, since these seminars are sometimes very specialized and very often not specially suited students.

7. Resultados

7.1. Resultados Académicos

7.1.1. Eficiência formativa.

7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	2010/11	2011/12	2012/13
N.º diplomados / No. of graduates	1	1	5
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	1
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	1	4

Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

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

Os alunos participantes deste ciclo estão muito motivados, pelo que a realização do curso de Formação Avançada

tende a ter um sucesso escolar de 100%, em todas especialidades do doutoramento; nota-se apenas variação de classificações nos exames de qualificação, que por vezes representam etapas mais difíceis de passar devido à vastidão dos tópicos que englobam.

7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

The students enrolled for this cycle are very motivated, so the Advanced Course tends to have 100% of success in all specialities of the PhD: we only remark a variation of classifications in the qualifiers which sometimes represent a difficult step in the student's, rout due to the wide range of topics to be prepared.

7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de acções de melhoria do mesmo.

No final de cada semestre, são inseridos pela Unidade Informática da FCUL, nos relatórios de unidade curricular, as taxas de sucesso por UC (taxas de aprovados de entre os inscritos e de entre os avaliados). No final de cada ano letivo, os Coordenadores de curso elaboram relatórios.

Os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados pela coordenação do curso para detetar eventuais problemas relacionados com as diferentes unidades curriculares do plano de estudos. Em função dos problemas detetados são ouvidos os docentes e os alunos envolvidos na disciplina, e são encontradas soluções. Nas disciplinas com piores valores, muito fora da média das UC, procura-se encontrar alguma situação específica que explique esse comportamento e, caso se encontre uma explicação causal, esta é abordada com os regentes. Até agora as situações verificadas foram esporádicas e ultrapassadas com estas iniciativas.

7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

At the end of each semester, the Computing Unit of the FCUL inserts in the reports of each UC the success rates. At the end of each school year, the course coordinator prepares a final report on the course.

Academic success rates are used by the course coordinator. If problems are detected, the professors and students involved in the course are heard by the PhD coordinator, and solutions are found.

In the courses with the lowest values, which are far away from the average, there is an effort to find some specific situation that explains this behavior. If some causal explanation is found, it is dealt with the professors involved. Until now the reported situations have been solved with these initiatives.

7.1.4. Empregabilidade.

7.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de actividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study cycle area	75
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	15
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	100

7.2. Resultados das actividades científicas, tecnológicas e artísticas.

Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.

Centro de Álgebra (Muito Bom)

Centro de Estruturas Lineares e Combinatórias (Muito Bom)

Centro de Matemática e Aplicações Fundamentais (Excelente)

Grupo de Física-Matemática (Excelente)

7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark.

Centro de Álgebra (Very Good)

Centro de Estruturas Lineares e Combinatórias (Very Good)

Centro de Matemática e Aplicações Fundamentais (Excellent)

Grupo de Física-Matemática (Excellent)

7.2.2. Número de publicações do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por

pares, nos últimos 5 anos e com relevância para a área do ciclo de estudos.

132

7.2.3. Outras publicações relevantes.

61 outras publicações, incluindo a publicação de 3 livros e 2 edições de livros.

7.2.3. Other relevant publications.

61 other publications, including the publication of 3 books and 2 editions of books.

7.2.4. Impacto real das actividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

Dada a especificidade do Doutoramento em Matemática, o impacto será sobretudo sentido na inserção em instituições de ensino universitário e instituições de investigação de profissionais altamente preparados. Além disso, temos exemplos de constituição ou colaboração em empresas onde a preparação científica dos nossos alunos é uma mais valia crucial.

7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

Given the specificity of the PhD in Mathematics, its impact is mostly felt in the insertion of highly prepared professionals in universities and research institutes or centers. In addition, we have examples of incorporation or collaboration of our students in companies, where their scientific preparation is a crucial asset.

7.2.5. Integração das actividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

Os docentes do Doutoramento em Matemática colaboram ativamente em trabalhos de investigação (projetos, artigos, organização de conferências e seminários) com colegas de todas as universidades públicas portuguesas e ainda com colegas da Universidade Lusófona. Do mesmo modo, existe uma colaboração estreita com universidades e Institutos de Investigação estrangeiros, dos quais destacamos as Universidades de Carnegie-Mellon, Austin e Stanford nos USA, Warwick, St.Andrews e Oxford no UK, École Polytechnique de Palaiseau, Paris VI, Montpellier e Nice em França, Libre de Louvain na Bélgica, Pisa e Milão em Itália, Complutense e Autónoma de Madrid em Espanha e La Trobe na Austrália. Juntamos a esta lista de colaborações o Labo. J L Lions (Paris) e o IMPA do Rio de Janeiro. Três docentes são editores ou editores associados de revistas internacionais. Projetos FCT liderados por docentes: PTDC/MAT/113383/2009,PTDC/MAT/105448/2008, PTDC/MAT/120354/2010, PTDC/MAT/69635/2006, PTDC/MAT/104716/2008.

7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

The faculty of the PhD in Mathematics actively collaborate in research (projects, articles, conferences and seminars) with colleagues from all Portuguese public universities and with colleagues of the Universidade Lusófona. Similarly, there is a close collaboration with foreign Universities and Research Institute, among them the Universities of Carnegie-Mellon, Stanford and Austin in the USA, Warwick, St. Andrews and Oxford in the UK, École Polytechnique Palaiseau, Paris VI, Montpellier and Nice in France, Libre de Louvain in Belgium, Pisa and Milan in Italy, Complutense and Autónoma de Madrid in Spain and La Trobe in Australia. We also add to this list of collaborations the Labo. JL Lions in Paris and IMPA in Rio de Janeiro. Three faculty members are editors or associate editors of international journals. FCT projects led by faculty members: PTDC/MAT/113383/2009,PTDC/MAT/105448/2008, PTDC/MAT/120354/2010, PTDC/MAT/69635/2006, PTDC/MAT/104716/2008.

7.2.6. Utilização da monitorização das actividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

A actividade científica do Departamento de Matemática tem sido monitorizada fundamentalmente através da avaliação dos Centros de Investigação, por painéis internacionais constituídos por peritos de reputação mundial, nomeados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. A recente implementação do Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da FCUL constitui, agora, outra fonte de monitorização e certamente que vem incentivar a publicação em revistas científicas e a participação em conferências internacionais de elevado nível.

7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

The scientific activity of the Mathematics Department is monitored through periodic evaluation of the Research Centers by international panels, comprising reputed worldwide experts selected by the Foundation for Science and Technology. The recent implementation of the Rules of Performance Evaluation of Professors of FCUL is now another form of monitoring. It will be certainly another encouragement for publication in international scientific journals and the participation in high level conferences.

7.3. Outros Resultados

Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

7.3.1. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada.

O Departamento de Matemática tem atividades de divulgação da Matemática: Club C-infinito (destinado a alunos universitários e docentes universitários e do ensino secundário); Escola Aleph (com a Universidade Nova e o IST) destinada a alunos do ensino secundário para preparação das Olimpíadas da Matemática; uma bolsa de palestras a fazer em escolas básicas e secundárias. Organizou-se um ciclo de palestras "Matemática sem Limites" destinado ao público em geral. Também se destacam ações de formação para o ensino secundário, certificação de manuais do ensino básico e secundário, a exposição "Raiz do Cálculo" e palestras associadas, Exposição "Formas e Fórmulas" no MUHNAC, a Exposição Cálculo de Ontem e de Hoje (repensar a importância da quantificação e o papel da aritmética na vida corrente), o Workshop Fronteiras da Matemática (2010). Muitos docentes são referees de revistas internacionais, fazem parte de painéis de avaliação de projectos científicos, e são arguentes de teses e agragações.

7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.

The Mathematics Department has activities to disseminate the importance of mathematics: C-infinity Club (aimed at university students, as well as college and high school teachers), School Aleph (with Universidade Nova and IST) to prepare high school students for the Olympics of Mathematics, and a set of lectures for middle and high schools. A cycle of lectures entitled "Mathematics Without Limits" was organized. We also mention training sessions for high schools teachers, certification of manuals of elementary and secondary education, the organization of the Exhibit "Root of the Calculus" and associated lectures (2012), the Exhibit "Shapes and Formulas" in MUHNAC, the Exhibit Calculation of Yesterday and Today (2011) (the importance of measurement and the role of arithmetic in everyday life) and the Workshop Frontiers in Mathematics (2010). Several professors are referees of international journals, are called to take part of evaluation panels, and argue PhD thesis and habilitations.

7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva e artística.

A qualidade do nosso doutoramento tem já dado provas de que pode ter um impacto significativo a nível nacional, seja no desenvolvimento científico seja em iniciativas de nível empresarial.

7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

The quality of our graduates has already proven that they can have an important national impact in scientific development and on business initiatives.

7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

A página da FCUL na internet (<http://www.fc.ul.pt>) apresenta informações com dados relevantes sobre o ciclo de estudos, nomeadamente: objectivos, oportunidades profissionais, prazos, propinas e planos de estudo. Também pode encontrar-se aí informação sobre o ensino, planos curriculares, calendários, pessoal docente e documentação exigida para candidaturas. Finalmente, na página do Departamento de Matemática (<http://www.fc.ul.pt/pt/dm>) é anunciada informação específica relativa ao programa de Doutoramento, atividades de investigação e divulgação.

7.3.3. Adequacy of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

The internet page of FCUL (<http://www.fc.ul.pt>) presents information with relevant data on the PhD program, including: objectives, career opportunities, deadlines, tuition and study plans. We can also find information on teaching, course syllabus, calendars, staff and required documentation for applications. Finally, in the page of the Department of Mathematics (<http://www.fc.ul.pt/pt/dm>) it is announced specific information on the PhD program, research and outreach activities.

7.3.4. Nível de internacionalização

7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros / Percentage of foreign students	7
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	0
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	0

8. Análise SWOT do ciclo de estudos

8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

O programa de Doutoramento em Matemática fornece uma formação avançada em todas as áreas da Matemática e aplicações, com grande rigor científico. A tese de doutoramento requer trabalho original passível de publicação em conceituadas revistas científicas. É dada grande ênfase ao treino da capacidade de realizar trabalho de investigação autónomo, dando aos alunos a capacidade de prosseguir na carreira de investigação e ensino superior ou encontrar um emprego público ou privado que utilize os conhecimentos e competências adquiridas. A possibilidade latente de um doutoramento comum com o Departamento de Matemática do IST é muito estimulante.

8.1.1. Strengths

The PhD program in Mathematics provides advanced training in all areas of mathematics and applications with a great scientific rigor. The PhD thesis requires original research work, qualifying to be published in well-known scientific journals. A great emphasis is given to the training of developing autonomous research work, giving the students the ability to pursue a career in teaching in a university or as a researcher, or to find a public or private employment that uses the knowledge and the skills acquired.

The eventuality of a common degree with the Maths Department of IST in a near future is very challenging.

8.1.2. Pontos fracos

Apresentam-se poucos candidatos por ano. Os exames de qualificação, pela sua exigência, tendem a afastar os candidatos de nível menos elevado.

A divulgação através dos meios da FCUL não tem evidenciado a grande capacidade e variedade científica dos docentes em termos de orientação de teses.

Não há bolsas de doutoramento suficientes e os estudantes desistem por razões financeiras.

8.1.2. Weaknesses

Few students apply each year. The qualifiers examinations, by their exigence, tend to deviate the average candidates.

The advertising through the available means provided by FCUL does not show sufficiently the great scientific capacity and the wide range of choices offered by the program, in terms of PhD's thesis supervisions.

There are not enough PhD fellowships and the students give up due to financial difficulties.

8.1.3. Oportunidades

Os nossos alunos têm, de uma forma geral, encontrado emprego ou prosseguindo os seus estudos no quadro de bolsas de pós-doutoramento em Portugal ou no estrangeiro. Durante o 3º ciclo, alguns alunos têm sido monitores no Departamento de Matemática. O facto de estarem associados a centros de investigação favorece o contacto com outros grupos de investigação através de participação em seminários regulares, cursos e conferências internacionais.

8.1.3. Opportunities

Our students have, in general, found employment or continued their studies within Post doc scholarships in Portugal and abroad. During the PhD program some students have been monitors in the Department of Mathematics. Since the students are associated to research centers, this favors their contact with other research groups, through their participation in regular seminars, courses and international meetings.

8.1.4. Constrangimentos

A procura do curso pelos estudantes que acabam o segundo ciclo tem diminuído, devido essencialmente às dificuldades correntes que Portugal atravessa, ao nível do financiamento da investigação e do desemprego de pessoal altamente qualificado.

8.1.4. Threats

The demand of the PhD program by students who finish their second cycle of studies (Master program) has decreased, mainly due to the current economic difficulties of Portugal, namely at the level of research funding and unemployment among high qualified people.

8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

8.2.1. Pontos fortes

Pensamos que a organização do ciclo de estudos tem bom nível científico. A possibilidade latente de um doutoramento comum com o Departamento de Matemática do IST é estimulante. Os coordenadores (dois) do curso são cientistas internacionalmente confirmados. Existem também mecanismos bem definidos de controlo de qualidade: desde o Departamento de Matemática até aos Serviços Centrais (Unidade Académica, Gabinete de Estudos Pós-Graduados, Comissão de Avaliação Interna e Garantia da Qualidade) e ainda a Direção da Faculdade. A Comissão de Avaliação Interna e Garantia da Qualidade tem um papel muito importante no apoio aos Coordenadores e no diálogo com a Comissão de Avaliação Externa.

8.2.1. Strengths

We believe that the organization of the program has a high scientific level. The eventuality of a common degree with the Maths Department of IST in a near future is challenging. The course Coordinators (two) are internationally recognized scientists. There are quality control mechanisms in place: from the Department of Mathematics to the Central Services Unit (Academic Unit, Office of Postgraduate Studies, Committee of Internal Evaluation and Quality Control) and also to the Direction of the School. The Committee of Internal Evaluation and Quality Control has a very important role in supporting the Coordinators and in promoting the dialogue with the External Evaluation Committee.

8.2.2. Pontos fracos

O contacto com o conjunto dos alunos deste ciclo foi relativamente fraco até agora, na ausência de uma Comissão Pedagógica que os representasse de forma a transmitir informações úteis e ajudar a resolver problemas. Tal situação já foi corrigida conforme mencionado adiante.

A não renovação do pessoal docente e as pesadas cargas horárias e a dispersão por tarefas não directamente ligadas à investigação reduziu o dinamismo do mesmo.

Os processos burocráticos de inscrição, aprovação dos planos de trabalho e submissão de tese são demasiado complicados e longos.

O preenchimento de dados ao longo o ano é repetitivo, não havendo uma centralização eficaz de informação relevante sobre a actividade de cada docente.

A redacção de sinopses é repetitiva, e por vezes desprovida e sentido (ex: Demonstração da adequação de...")

8.2.2. Weaknesses

The interaction with the students as a group was relatively weak, in the absence of a Pedagogical Commission representing them, allowing to exchange useful informations and solve problems. Such situation has been already corrected as mentioned below.

The non renovation of the teaching staff as well as the heavy teaching or administrative duties reduced the dynamism of the professors's research.

The bureaucratic procedures for application, work plans approval and thesis submission are too complicated and long.

The filling of reports or of any other data along the year is uselessly repetitive, in absence of a centralization of the relevant information concerning the staff.

The redaction of sinopses is repetitive, and often senseless (ex: "Proof of the adequacy of...").

8.2.3. Oportunidades

Através de um diálogo e acompanhamento mais continuado, é possível melhorar o desempenho dos alunos. Um objetivo importante é tentar que os alunos concluam o curso de formação avançada num ano e que consigam realizar a tese em três anos.

A associação deste 3º ciclo com o correspondente ciclo do IST ao abrigo do Lismath será estimulante e ajudará a colmatar a falta de docentes para certas disciplinas.

Os estudantes dispõem de lugares e trabalho no Departamento, onde podem também entrar em contacto com os docentes. Todos têm acesso a computadores individuais e a uma biblioteca bem equipada.

8.2.3. Opportunities

It is possible to improve the student performance through a more sustained dialogue and supervision. An important aim is that the students obtain their advanced course (1st year) in one year, as well conclude their PhD thesis in three years.

The association with IST framed by the Lismath program will be stimulating and will help to fill the lack of teaching staff in certain subjects.

All the students have a place in the Math Department, with a personal computer assigned, and have access to a well furnished library.

8.2.4. Constrangimentos

Faltam possibilidades materiais para pagar bolsas em troca de participação em tarefas lectivas.

8.2.4. Threats

There is not enough funding to pay some scholarships in exchange for participation in teaching duties.

8.3. Recursos materiais e parcerias

8.3.1. Pontos fortes

Recentemente, optámos por um horário maioritariamente concentrado nas tardes para facilitar o emprego a tempo parcial de alguns estudantes. O campus do Campo Grande é muito agradável e central, com espaços comuns diversificados e boas bibliotecas (Central da FCUL, do Departamento e do Instituto para a Investigação Interdisciplinar). Todos os docentes têm gabinete individual, duplo ou triplo e existe uma sala para a estadia temporária dos docentes com gabinete no Instituto para a Investigação Interdisciplinar situado no Campus a cerca de 500 metros do Edifício C6, sede do Departamento. Existe um acordo com o Departamento de Matemática do IST que permite validar mutuamente unidades curriculares do Mestrado, acessíveis ao doutoramento, mediante contabilização dos ECTS respectivos.

8.3.1. Strengths

Recently, we opted for a schedule with classes mostly in the afternoons in order to facilitate the life of students with part-time jobs. The campus of Campo Grande is rather nice and central, with diversified common spaces and good libraries (Central of FCUL, of the Department and of the Institute for Interdisciplinary Research). All faculty has offices in a single, double or triple room and there is a room for the temporary stay of the faculty with offices at the Institute for Interdisciplinary Research located in the Campus at about 500 meters from the C6 Building (the headquarters of the Department). There is a partnership with the Department of Mathematics of IST allowing the mutual validation of Master's disciplines, available for the PhD course, by accounting the respective ECTS.

8.3.2. Pontos fracos

É importante alargar o horário de funcionamento das bibliotecas. O acesso dos alunos à biblioteca do Complexo Interdisciplinar pode ser feito mas não é automático (trata-se, de facto, de um problema das bibliotecas da Universidade de Lisboa no seu todo). Também, alguns livros e revistas são de acesso difícil e têm pouca visibilidade pois encontram-se no porão da biblioteca central da FCUL. Colaboração ainda fraca com o Departamento de Matemática do IST. Em termos de edifício o C6 apresenta grandes falhas a nível de climatização e ruído.

8.3.2. Weaknesses

It is important to extend the opening hours of the libraries. The student access to the library of the Institute for Interdisciplinary Research is possible but it is not automatic (this is in fact a general problem concerning the libraries of the University of Lisbon). Also, some books and journals are of difficult access and have little visibility since they are located in the basement of the central library of FCUL. A still weak collaboration with the Department of Mathematics of IST. The C6 building presents failures in terms of climatization and noise.

8.3.3. Oportunidades

A situação do campus do Campo Grande é muito boa e permite o contato permanente com investigadores portugueses e estrangeiros de passagem por Lisboa a convite dos Centros de Investigação da UL.

8.3.3. Opportunities

The situation of the Campo Grande campus is very good and allows ongoing contact with portuguese and foreign researchers staying in Lisbon at the invitation of the UL Research Centres.

8.3.4. Constrangimentos

Receamos que com a diminuição de financiamento às Universidades as condições de trabalho no Campus da UL se degradem com o passar dos anos.

8.3.4. Threats

We are afraid that, with the decrease in funding to universities, the working conditions on the campus of UL will deteriorate over the years.

8.4 Pessoal docente e não docente

8.4.1. Pontos fortes

O corpo docente do DM é constituído por cerca de cinquenta docentes doutorados muito experientes, estando metade muito ativos em investigação e integrados num dos quatro Centros de Investigação associados ao Departamento de Matemática. Dois foram classificados de Excelente e os outros dois de Muito Bom na última avaliação internacional feita pela FCT. Estamos nesta altura a reorganizar a estrutura de investigação, de modo a torná-la mais eficiente. Temos ainda alguns investigadores FCT que colaboram por vezes na docência e também na orientação de teses de mestrado e doutoramento. Quanto ao pessoal não docente, temos apenas duas funcionárias permanentes de grande qualidade e, por tempo limitado, uma estagiária muito qualificada que, em particular, tem dado um importante apoio secretarial na elaboração do relatório desta avaliação.

8.4.1. Strengths

The permanent academic staff of the DM is composed of about fifty teachers with a PhD degree and with great experience. Half of them are very active in research and are members of one of the four Research Centers associated with the Department of Mathematics. In the last international assessment made by the FCT, two Centers were rated as Excellent and the other two rated as Very Good. At the present time, we are reorganizing the structure of research, in order to make it more efficient. We still have some FCT researchers who collaborate in teaching and, sometimes, also in the supervision of master's and PhD's thesis. Concerning the non-teaching staff, nowadays we have only two permanent employees of high quality and, for a limited time, a highly qualified intern (who has been giving an important secretarial support in the elaboration of this evaluation report).

8.4.2. Pontos fracos

O ponto mais fraco consiste no facto de que, devido à não contratação de novos docentes para substituir aqueles que se aposentam, o trabalho letivo se ter tornado excessivo tendo, portanto, dificultado o trabalho de investigação dos docentes. A média etária dos docentes é também muito elevada. Há, quanto muito, um docente de carreira com menos de quarenta anos. Este estado de coisas está a tornar-se muito sério. O trabalho burocrático aumentou muito (e é geralmente improdutivo) e o número de funcionários não docentes passou para metade, o que sobrecarrega os docentes com tarefas que podiam ser executadas por outros funcionários.

8.4.2. Weaknesses

The weakest point is that, due to the fact that we are not hiring new professors to replace those who have retired, the teaching load has been increasing, impairing the research work of the faculty staff. The average age of faculty members is also very high. With perhaps one exception, all the permanent professors are over forty years of age. The paperwork has greatly increased (and it is generally spurious) and the number of non-teaching staff was halved, overloading the faculty with tasks that could be performed by other employees.

8.4.3. Oportunidades

A existência de um número crescente de doutorados na área poderá, com uma política de contratação adequada e com uma união de esforços consequência da fusão das Universidades em Lisboa, melhorar muito a situação. Sejam os otimistas. Relativamente aos funcionários não docentes, podemos fazer um comentário equivalente.

8.4.3. Opportunities

The existence of an increasing number of PhD Degree holders in the area may, with a proper recruitment policy and a joint effort resulting from the merging of the two biggest universities in Lisbon, greatly improve the situation. Let us hope for the best. With regard to the non-teaching staff, a similar comment can be made.

8.4.4. Constrangimentos

Não havendo uma correção atempada das dificuldades descritas em 8.4.2, podemos assistir, a partir do ano letivo 2015/2016, a um declínio sério da atividade de investigação no departamento, já que até lá se prevê que a carga horária dos docentes poderá aproximar-se da carga docente máxima (9 horas semanais). Devido à reforma de alguns professores altamente qualificados, algumas áreas científicas e de longa tradição no departamento ficarão de pauperadas.

8.4.4. Threats

The absence of a timely correction of the difficulties described in 8.4.2 may provoke in the academic year 2015/2016 a serious impairment of the research activity in the department, since the teaching load of the faculty may approach its maximum by law (9 hours per week). Due to the retirement of some highly qualified professors in a next future, some scientific areas of long tradition within the department will be seriously weakened.

8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

8.5.1. Pontos fortes

Os estudantes são, na maioria, de grande qualidade e dedicados, e as teses de doutoramento originam a

publicação de artigos de investigação em revistas internacionais com bom impacto. As disciplinas de Seminário tem resultado muito bem como rodagem para a elaboração da tese e como primeira experiência de apresentação pública de resultados matemáticos.

O ambiente entre docentes e alunos é muito bom e tem permitido grande interação com permuta de ideias e de propostas. Reuniões gerais com os estudantes são feitas duas vezes por ano, dirigidas pelos Coordenadores. Alguns estudantes puderam melhorar a sua bagagem matemática de modo útil graças aos exames e qualificação. A comissão pedagógica discente de 3º ciclo organizará seminários periódicos para estudantes envolvendo também os estudantes de 2º ciclo.

8.5.1. Strengths

The students are mostly of high quality and great dedication. Their PhD's theses have led to the publication of research papers in international journals with a good impact factor. The disciplines of Seminar result well as a training for the preparation of the thesis, as well as a first experience for the public presentation of mathematical results. The atmosphere between the faculty and students is quite good and has enabled an important interaction with exchange of ideas and proposals. General meetings with students take place twice a year, led by Coordinators. Some students benefited with the preparation for the qualifiers.

The students making part of the pedagogical committee will organize periodically students seminars involving also the master students.

8.5.2. Pontos fracos

Alguns estudantes, nomeadamente os que têm um emprego a tempo parcial ou integral, têm tido dificuldades com a exigência do Curso de Doutoramento e com o pouco tempo de que dispõem para realizar a tese. Preocupa-os muito a falta de saídas profissionais a seguir à obtenção do grau. Os exames de qualificação consumiram tempo em excesso na maior parte dos casos.

8.5.2. Weaknesses

Some students, particularly those who have a part time or a full time job, have struggled with the requirements of the Doctorate Program and the short time to prepare their PhD thesis. Students worry about lack of employment after they obtain the PhD degree.

The qualifiers have represented, in general, an excessive investment in terms of working time.

8.5.3. Oportunidades

Para além do contrato como monitores de alguns alunos, há necessidade de promover a introdução, com financiamento providenciado pelos Centros de Investigação ou pela Universidade, de bolsas de investigação, de modo a garantir uma maior estabilidade económica aos alunos mais interessados e sem recursos financeiros suficientes.

Requer-se uma simplificação da estrutura curricular que permita ao estudante um maior investimento na tese. Em particular, recomenda-se a eliminação da obrigatoriedade dos exames de qualificação.

8.5.3. Opportunities

Beyond the contract as teacher assistants of some students, we need to promote the introduction of scholarships for research, with funding provided by the research Centres and the University, to ensure greater economic stability for good students without sufficient financial resources.

A simplification of the curricular structure of this doctoral program is must be effected, allowing the students to invest more time in the preparation of the PhD thesis.

In particular, the elimination of the commitment to undergo qualifiers examinations is recommended.

8.5.4. Constrangimentos

Os horários de funcionamento das Bibliotecas do Departamento e do Instituto para a Investigação Interdisciplinar (onde os alunos também têm acesso e podem requisitar livros, se autorizados pelos Coordenadores dos Centros residentes) são ainda muito limitados.

8.5.4. Threats

The opening hours of the Libraries of the Department and of the Institute for Interdisciplinary Research (where students also have access and can borrow books, if authorized by the Coordinators of the Centres) are still very limited.

8.6. Processos

8.6.1. Pontos fortes

As especialidades de doutoramento oferecidas abrangem as áreas fundamentais da Matemática e suas aplicações fundamentais, tendo a parte curricular (1º ano, Formação Avançada) disciplinas complementando a formação

básica e abrindo o caminho à investigação, sendo que um largo leque de disciplinas de opção são oferecidas consoante os interesses científicos dos alunos. Também existem disciplinas de seminário. As candidaturas, inscrições nas unidades curriculares e nos exames estão asseguradas informaticamente, assim como as pautas de exame. Cada docente tem uma página pessoal. A comunicação entre os Serviços Académicos, Unidade Informática e docentes e estudantes é de muito boa qualidade e eficaz.

8.6.1. Strengths

The branches of mathematics for supervision of PhD offered by the program cover the key areas of fundamental mathematics and its applications, with the core curriculum in the first year (advanced course) having core subjects which complement the basic student's education, as well as prepare the future research. There is also a wide range of optional subjects, offered regularly according to the scientific interests of the student. Moreover, there are several seminars. Applications, enrollment in courses and exams are done by computer, as well as the information concerning the final grades. Each teacher has a personal page. The communication of the Academic Services and the Computer Unity with the teachers and the students is very good and effective.

8.6.2. Pontos fracos

A divulgação, via página web da FCUL, dos programas doutorais tem um carácter pouco apelativo, demasiado formal, e não realça o perfil científico dos docentes, em particular dos Coordenadores. Para além disto, não exhibe o leque de possíveis disciplinas a oferecer para o curso de formação avançada, mostrando apenas um número arbitrário e reduzidíssimo de cursos, que nada tem a ver com a lista de opções aprovadas em DR em 2010.

8.6.2. Weaknesses

The advertising of the PhD program by the web page of the Faculty of Sciences is too formal and unappealing. Moreover, it does not enhance the scientific profile of the faculty and, in particular, of the Coordinators. Moreover, it does not show the wide range of possible courses available for the Advanced Course, showing only a very short and arbitrary list of courses, which has nothing to do with the list of options approved in 2010 DR.

8.6.3. Oportunidades

Com alterações ao Doutoramento que facilitem uma possível ligação mais forte entre os 3^{os} ciclos da FCUL e do IST, e facilitem o trabalho do aluno, evitando dispersão inútil, pensamos que será possível ter um impacto maior a nível nacional e internacional de modo a estancar a redução progressiva das candidaturas.

8.6.3. Opportunities

With changes in the PhD program making easier a stronger liaison between the PhD Programs of FCUL and IST, as well as the student's work avoiding useless dispersion, we think that it will be possible to have a greater national and international impact, in order to stem the progressive reduction of the student enrollment.

8.6.4. Constrangimentos

A atual situação financeira do nosso País não vai ajudar a superar facilmente os problemas decorrentes da falta de renovação do corpo docente e a possibilidade de empregos compatíveis com o doutoramento, assim como a possibilidade de financiar estudantes em doutoramento.

8.6.4. Threats

The current financial situation of our country will not help to overcome the problems arising from the lack of renewal of the faculty, as well as the possibility of getting work consistent with a PhD degree or the possibility of funding students during their PhD preparation.

8.7. Resultados

8.7.1. Pontos fortes

As teses de doutoramento neste departamento têm um nível comparável com o das que se obtêm nas melhores universidades europeias, tendo o número de teses concluídas mantido um ritmo regular, embora baixo. Os nossos alunos têm obtido bolsas de pos-doutoramento com facilidade.

8.7.1. Strengths

In terms of their scientific level, the PhD theses supervised in this department of mathematics are comparable with those of the best European universities. The number of completed theses has maintained a steady pace, albeit a low one. Our students have been obtaining pos-doctoral scholarships with relative easiness.

8.7.2. Pontos fracos

As candidaturas ao Doutoramento têm diminuído em número.

Uma das razões é a muito má divulgação do programa assim como a existência de exames de qualificação. Pensamos que a crise económica impossibilita o acesso para muitos estudantes motivados mas com poucos recursos.

8.7.2. Weaknesses

For the last few years, the number of students enrolled in the PhD has decreased, one of the reasons being the very bad advertisement of the possible choices in the program, as well as the existence of qualifiers. The present financial crisis also stunts the access for motivated students with less resources.

8.7.3. Oportunidades

O excelente nível obtido, já reconhecido por matemáticos estrangeiros de renome que colaboram com alguns dos nossos antigos alunos, e o incremento da colaboração com o Departamento de Matemática do IST podem estimular fortemente o aparecimento de candidaturas ao Doutoramento.

8.7.3. Opportunities

The excellent training obtained in the Program, as recognized by renowned foreign mathematicians who collaborate with some of our former PhD students, together with the increasing collaboration with the Department of Mathematics of IST can strongly stimulate the number of applications to the PhD.

8.7.4. Constrangimentos

A dificuldade atual de empregabilidade poderá influenciar negativamente a recuperação do número de candidaturas ao Doutoramento de modo a garantir a sua sustentabilidade.

8.7.4. Threats

The current difficulty of employability may negatively influence the recovery of the number of applications to the PhD to the point of threatening its sustainability.

9. Proposta de acções de melhoria

9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

9.1.1. Debilidades

A principal debilidade é a falta de candidatos a doutoramento em Matemática. Doutoramentos em áreas de maior aplicabilidade directa e com maior grau de impacto na informação pública são mais procurados. Há, também, uma redução devido à falta de empregos adequados ao grande investimento financeiro, temporal e ao esforço pessoal requerido por este grau.

Há uma muito má divulgação para o exterior das potencialidades do Departamento e Matemática, no que se refere à sua capacidade de formação avançada e orientação de teses.

A estrutura curricular actual é muito complicada, limitando muito a liberdades de escolha de percurso que deve ser mais adequado ao perfil de cada candidato.

9.1.1. Weaknesses

The main weakness is the lack of candidates for the PhD in Mathematics. PhD's in areas easier to place in the job market and with a higher impact in the public information are more demanded. The reduction is also due to the lack of jobs consistent with the great financial, longtime consuming and personal investment required by this degree. The public advertisement on the capability of the Math Department, in what concerns advanced formation and PhD thesis supervision, is weak.

The present curricular structure is rather complicated, imposing great constrains to the choice of the student's route, which should be more adequate to each student's profile.

9.1.2. Proposta de melhoria

Melhor e maior divulgação do Doutoramento a nível internacional, com eventual utilização do inglês como língua de ensino e estabelecimento de parcerias de orientação de seminários e teses com laboratórios de estado ligados às aplicações da matemática (exemplo: estudo de modelos com a utilização da análise numérica das equações diferenciais, com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil). Aproveitamento de protocolos de acordo com o Departamento de Matemática do IST que permita a validação mútua de ECTS em disciplinas de Formação Avançada. Maior divulgação do programa doutoral FCT "LisMath" (FCUL/IST) como continuação de estudos avançados.

Aumentar o número de bolsas de doutoramento e a possibilidade de atribuir compensações financeiras a estudantes de doutoramento que colaborem em tarefas do DM.

9.1.2. Improvement proposal

To improve and increase the divulgation of the PhD at the international level, with the possible use of English as the language of instruction. Partnerships for supervision in seminars and theses with national public laboratories, in areas related to applications of mathematics (e.g., study of models using numerical analysis of differential equations with the National Laboratory of Civil Engineering). To increase the use of partnerships with the Department of Mathematics of IST allowing mutual validation of ECTS in advanced courses. Greater publicity of the FCT doctoral program "LisMath" (FCUL/IST) as a continuation of graduate studies.

To increase de number of PhD scholarships and the possibility of paying PhD students against help in the DM's tasks.

9.1.3. Tempo de implementação da medida

A partir do ano corrente.

9.1.3. Implementation time

Starting in the current year.

9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Todas as medidas são de prioridade Alta.

9.1.4. Priority (High, Medium, Low)

All the measures are of High priority.

9.1.5. Indicador de implementação

O êxito destas iniciativas será medido pelo número de bons candidatos ao Doutoramento.

9.1.5. Implementation marker

The success of these initiatives will be measured by the number of good candidates for the PhD degree.

9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.

9.2.1. Debilidades

Os processos burocráticos de inscrição, aprovação dos planos de trabalho e submissão de tese são demasiado complicados e longos.

O preenchimento de dados ao longo do ano é repetitivo, não havendo uma centralização eficaz de informação relevante sobre a actividade de cada docente.

A redacção de sinopses é repetitiva, e por vezes desprovida de sentido (ex: Demonstração da adequação de...")

9.2.1. Weaknesses

The bureaucratic procedures for application, work plans approval and thesis submission are too complicated and long.

The filling of reports or of any other data along the year is uselessly repetitive, in absence of a centralization of the relevant information concerning the staff.

The redaction of sinopses is repetitive, and often senseless (ex: "Proof of the adequacy of...").

9.2.2. Proposta de melhoria

Tentar simplificar os processos apontados em 9.2.1

9.2.2. Improvement proposal

Try to solve the weak points mentioned in 9.2.1.

9.2.3. Tempo de implementação da medida

Durante o atual ano letivo.

9.2.3. Improvement proposal

During the current academic year.

9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Média.

9.2.4. Priority (High, Medium, Low)

Medium.

9.2.5. Indicador de implementação

Reuniões já realizadas com o Gabinete de Estudos Pós-Graduados da FCUL. É manifesta a vontade de simplificar e agilizar os processos burocráticos.

9.2.5. Implementation marker

Meetings already held with the Office of Graduate Studies in FCUL. The good will to simplify the bureaucratic procedures is clear.

9.3 Recursos materiais e parcerias

9.3.1. Debilidades

É importante alargar o horário de funcionamento das bibliotecas. O acesso dos alunos à biblioteca do Complexo Interdisciplinar pode ser feito mas não é automático

9.3.1. Weaknesses

It is important to extend the opening hours of the libraries. The student access to the library of the Institute for Interdisciplinary Research is possible but it is not automatic

9.3.2. Proposta de melhoria

Alargar o horário de funcionamento das bibliotecas

9.3.2. Improvement proposal

Extend the opening hours of the libraries

9.3.3. Tempo de implementação da medida

Neste e nos próximos anos letivos.

9.3.3. Implementation time

During the current and next academic years.

9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.3.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.3.5. Indicador de implementação

Grau de satisfação dos estudantes e docentes. Racionalização da oferta curricular dentro da Universidade de Lisboa.

9.3.5. Implementation marker

Degree of satisfaction of students and faculty. Rationalization of course offerings within the Universidade de Lisboa.

9.4. Pessoal docente e não docente

9.4.1. Debilidades

O número de docentes e funcionários não docentes tem vindo a diminuir progressivamente, quer devido a aposentações, quer a outras saídas (cerca de dez docentes e duas funcionárias não docentes em menos de dez anos), não tendo sido possível efetuar contratações que compensem as saídas. Prevê-se que esta situação se agrave.

9.4.1. Weaknesses

The number of faculty and non-teaching staff has been steadily declining, either due to retirement or other reasons

(about ten faculty members and two non-teaching employees in less than ten years). We have not been able to compensate the leaves with new contracts. This situation is likely to be even more serious in the next few years.

9.4.2. Proposta de melhoria

Contratação de novos professores, especialmente ao nível de auxiliar, através da abertura e concursos. Deveria haver renovação do corpo de professores associados com agregação e catedráticos, pois estão assoberbados com as tarefas de maior responsabilidade como por exemplo coordenação de ciclos e direcção do departamento. Muito em breve vários serão aposentados. Contratação, a tempo indeterminado, de mais um funcionário não docente para o Departamento.

9.4.2. Improvement proposal

Hiring of new faculty members, especially junior ones. The body of associate professors with habilitation degree and of full professors need also to be renewed since they are overburdened with the tasks of more responsibility as for instance the coordination of cycles and the direction of the department. Many of them will retire soon. Hiring of an additional non-teaching staff member for the Department.

9.4.3. Tempo de implementação da medida

Deve ser nos próximos anos letivos.

9.4.3. Implementation time

It should be in the next academic years.

9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.4.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.4.5. Indicador de implementação

Envio dos Editais de abertura dos concursos citados em 9.4.2 para a Reitoria da Universidade de Lisboa.

9.4.5. Implementation marker

Dispatch of notice of opening of competitions mentioned in 9.4.2 for the Dean of the University of Lisbon.

9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

9.5.1. Debilidades

A maioria dos estudantes acaba por realizar o 3º ciclo em 4 anos ou mais, quando o tempo normal deveria ser três. Arriscam-se, portanto, a perder o financiamento através de bolsa.

Os horários das disciplinas de Formação Avançada devem estar concentrados em manhãs ou tardes, para permitir aos alunos terem um emprego a tempo parcial.

Os horários de funcionamento das Bibliotecas do Departamento e do Instituto para a Investigação Interdisciplinar (onde os alunos também têm acesso e podem requisitar livros, se autorizados pelos Coordenadores dos Centros residentes) são ainda muito limitados.

9.5.1. Weaknesses

Most students complete their PhD degree in four years or more when the normal time should be three. Hence they run the risk of losing their scholarships, when that is the case.

The schedule of the disciplines of the advanced course should be concentrated in mornings or afternoons, to allow students to have a part time job.

The opening hours of the Libraries of the Department and of the Institute for Interdisciplinary Research (where students also have access and can borrow books, if authorized by the Coordinators of the Centres) are still very limited.

9.5.2. Proposta de melhoria

Fazer os horários das disciplinas em conformidade com o exposto em 9.5.1.

Aumentar de um ano a duração normal do ciclo (3 para 4 anos).

9.5.2. Improvement proposal

Design of schedules in accordance with the above in 9.5.1.

To increase of one year the normal length of the cycle (3 to 4 years)

9.5.3. Tempo de implementação da medida

Imediatamente (no que concerne aos horários).

9.5.3. Implementation time

Immediately.

9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.5.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.5.5. Indicador de implementação

A adaptação dos horários, já realizada.

9.5.5. Implementation marker

The adaptation of schedules, already done.

9.6. Processos

9.6.1. Debilidades

Pensamos que os métodos de avaliação são geralmente adequados, discutidos em cada disciplina, não vendo nenhuma grave debilidade nos respetivos processos.

A divulgação, via página web da FCUL, dos programas doutorais tem um carácter pouco apelativo, demasiado formal, e não realça o perfil científico dos docentes, em particular dos Coordenadores. Para além disto, não exhibe o leque de possíveis disciplinas a oferecer para o curso de formação avançada, mostrando apenas um número arbitrário e reduzidíssimo de cursos, que nada tem a ver com a lista de opções aprovadas em DR em 2010.

9.6.1. Weaknesses

We believe that the assessment methods are generally appropriate, discussed in each course, and we see no serious weakness in the process.

The advertising of the PhD program by the web page of the Faculty of Sciences is too formal and unappealing. Moreover, it does not enhance the scientific profile of the faculty and, in particular, of the Coordinators. Moreover, it does not show the wide range of possible courses available for the Advanced Course, showing only a very short and arbitrary list of courses, which has nothing to do with the list of options approved in 2010 DR.

9.6.2. Proposta de melhoria

Pensamos que é de manter o sistema atual que é do agrado dos docentes e dos estudantes (acordo estabelecido em cada disciplina).

9.6.2. Improvement proposal

We think we should maintain the current system which has the support of the professors and students (agreement reached in each course).

9.6.3. Tempo de implementação da medida

Já está implementada.

9.6.3. Implementation time

It is already implemented.

9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Não se aplica.

9.6.4. Priority (High, Medium, Low)

It does not apply.

9.6.5. Indicador de implementação

A satisfação dos docentes e dos estudantes.

9.6.5. Implementation marker

The satisfaction of teachers and students.

9.7. Resultados

9.7.1. Debilidades

Fraca procura por parte dos alunos. Fraca divulgação do Doutoramento.

9.7.1. Weaknesses

Few students are enrolled. It is obvious that the PhD is not correctly advertised.

9.7.2. Proposta de melhoria

Tornar o Doutoramento mais atraente e melhorar a divulgação junto dos estudantes potencialmente interessados.

9.7.2. Improvement proposal

To make the PhD more attractive and known by the possible interested students.

9.7.3. Tempo de implementação da medida

Este ano letivo.

9.7.3. Implementation time

The current academic year.

9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

Alta.

9.7.4. Priority (High, Medium, Low)

High.

9.7.5. Indicador de implementação

O número de alunos que se inscrevam neste ciclo.

9.7.5. Implementation marker

The number of students enrolled in this cycle.

10. Proposta de reestruturação curricular**10.1. Alterações à estrutura curricular**

10.1. Alterações à estrutura curricular**10.1.1. Síntese das alterações pretendidas**

As alterações propostas refletem a necessidade de dar relevância à tese de doutoramento, de flexibilizar o 3º ciclo de modo a adequá-lo às normas do programa Lismath, ao panorama docente do Dep. de Matemática e à sua diversidade científica. A obtenção do grau de Doutor poderá ocorrer ao fim de 3 anos. A coordenação atribuirá um

tutor/orientador a cada estudante, que em conjunto com este elaborarão o plano de estudos. Em cada um dos semestres do 1º ano o aluno realizará 4 u.c. opcionais, sendo atribuídos 7,5 ECTS a cada uma: um curso do Grupo A e três cursos ou seminários avançados do grupo B, no qual se inclui a possibilidade de uma opção livre num outro departamento da UL, se adequada. Os alunos deverão fazer um mínimo de 52.5 ECTS em Matemática. São suprimidos:

- a) Exames de Qualificação, que não constam do Lismath; se necessário serão usadas outras medidas probatórias.*
- b) Seminários Doutorais e o Projeto, por serem entendidos como fazendo parte do trabalho de preparação da tese.*

10.1.1. Synthesis of the intended changes

The proposed changes reflect the need to give relevance to the doctoral thesis, and to make the 3rd cycle more flexible in order to tailor it to the standards Lismath program and teaching panorama of the Mathematics Department and its scientific diversity. The degree of Doctor may occur after 3 years. The Coordination will assign a tutor/supervisor to each student, which together with him/her will elaborate the plan of studies. In each semester of the 1st year students held 4 optional uc with 7.5 ECTS assigned to each: one course from Group A and 3 courses or advanced seminars from group B, which includes the possibility of a free option in another department of the UL, if appropriate. The students must have at least 52.5 ECTS in Mathematics. We suppress:

- a) Qualification Exams (not included in Lismath); if necessary other probationary measures will be used.*
- b) PhD Seminars and PhD Project, since it is understood they are part of the preparatory thesis' work.*

10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida

Mapa Comum a todas as especialidades

10.1.2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

10.1.2.1. Study programme:

Mathematics

10.1.2.2. Grau:

Doutor

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

Comum a todas as especialidades

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

Common to all specialties

10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática	MAT	180	60
Outra	OUT	0	7.5
(2 Items)		180	67.5

10.2. Novo plano de estudos

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - 1ºano

10.2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

10.2.1. Study programme:

Mathematics

10.2.2. Grau:

Doutor

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Comum a todas as especialidades

10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Common to all specialties

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st year

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)
Opção A / Option A	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção A / Option A	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Opção B / Option B	---	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option

(8 Items)

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - 2º ano

10.2.1. Ciclo de Estudos:
Matemática

10.2.1. Study programme:
Mathematics

10.2.2. Grau:
Doutor

10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Comum a todas as especialidades

10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Common to all specialties

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano

10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd year

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)
Tese / Thesis	MAT	Plurianual	1680	OT:60	60	Obrigatória / Mandatory

(1 Item)

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - 3ºano**10.2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática***10.2.1. Study programme:***Mathematics***10.2.2. Grau:***Doutor***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Comum a todas as especialidades***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Common to all specialties***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***3ºano***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd year***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)
Tese / Thesis	MAT	Plurianual	1680	OT:60	60	Obrigatória / Mandatory

(1 Item)

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - 4ºano**10.2.1. Ciclo de Estudos:***Matemática***10.2.1. Study programme:***Mathematics***10.2.2. Grau:***Doutor***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Comum a todas as especialidades***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Common to all specialties***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***4ºano***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:**

4th year**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)
Tese / Thesis (1 Item)	MAT	Plurianual	1680	OT:60	60	Obrigatória / Mandatory

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - Opções A**10.2.1. Ciclo de Estudos:****Matemática****10.2.1. Study programme:****Mathematics****10.2.2. Grau:****Doutor****10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****Comum a todas as especialidades****10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Common to all specialties****10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****Opções A****10.2.4. Curricular year/semester/trimester:****Options A****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)
Teoria dos Semigrupos Inversos / Theory of Inverse Semigroups	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Teoria das Matrizes / Theory of Matrices	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Tópicos de Lógica Matemática / Mathematical Logic Topics	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Equações Diferenciais Ordinárias e Funcionais / Ordinary Differential Equations and Functional	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Teoria de D-módulos e Geometria Simplética / Theory of D-modules and Symplectic Geometry	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Teorias das Singularidades / Theories of Oddities	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Cálculo das Variações e Optimização / Calculus of Variations and Optimization	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Probabilidade em Mecânica Quântica / Probability in Quantum Mechanics	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Tópicos Matemáticos da Biologia / Topics of Mathematical Biology	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Representação de Grupos / Representing Groups	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option

Sistemas Hamiltonianos / Hamiltonian systems	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Métodos Matemáticos em Mecânica dos Meios Contínuos / Mathematical Methods in Continuum Mechanics	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Semigrupos, Autómatos e Linguagens (D) / Semigroups, Automata and Languages (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Álgebra Multilinear (D) / Multilinear Algebra (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Álgebra Universal (D) / Universal Algebra (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Anéis, Álgebras e Representações (D) / Rings, Algebras and Representations (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Geometria Riemanniana (D) / Riemannian geometry (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Topologia Diferencial (D) / Differential Topology (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Introdução à Geometria Algébrica (D) / Introduction to Algebraic Geometry (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Grupos e Álgebras de Lie (D) / Groups and Lie algebras (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Análise Estocástica (D) / Stochastic Analysis (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (D) / Differential Equations and Dynamical Systems (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Problemas de Evolução (D) / Evolution problems (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Equações com Derivadas Parciais (D) / Partial Differential Equations (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Teoria dos Operadores (D) / Operator Theory (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Teoria Ergódica (D) / Ergodic Theory (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Métodos dos Elementos Finitos e Aplicações (D) / Methods and Applications of Finite Elements (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Análise Numérica das Equações Diferenciais (D) / Numerical Analysis of Differential Equations (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option
Física Matemática (D) / Mathematical Physics (D)	MAT	Sem	210	T:45; OT:30	7.5	Optativa / Option

(29 Items)

Mapa XII – Novo plano de estudos - Comum a todas as especialidades - Opções B

10.2.1. Ciclo de Estudos:

Matemática

10.2.1. Study programme:

Mathematics

10.2.2. Grau:

Doutor

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

Comum a todas as especialidades

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

Common to all specialities

10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

Opções B**10.2.4. Curricular year/semester/trimester:
Options B****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)
Opção A / Option A	MAT	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática I / Advanced Seminar in Mathematics I	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática II / Advanced Seminar in Mathematics II	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática III / Advanced Seminar in Mathematics III	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática IV / Advanced Seminar in Mathematics IV	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática V / Advanced Seminar in Mathematics V	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Seminário Avançado em Matemática VI / Advanced Seminar in Mathematics VI	MAT	Sem	210	OT:30	7.5	Optativa / Option
Opção Livre / Free Option	---	Sem	210	---	7.5	Optativa / Option

(8 Items)

10.3. Fichas curriculares dos docentes**Mapa XIII - Nico Stollenwerk****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Nico Stollenwerk***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:*Professor Auxiliar ou equivalente***10.3.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa XIII - Maria Amélia Dias da Fonseca Lopes Lucas****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Amélia Dias da Fonseca Lopes Lucas*

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:

Professor Associado ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa XIII - Catarina Araujo de Santa Clara Gomes

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

Catarina Araujo de Santa Clara Gomes

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa XIII - Maria João Pablo da Trindade Ferreira

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

Maria João Pablo da Trindade Ferreira

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa XIII - Susana Duarte Cordeiro Correia dos Santos

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

Susana Duarte Cordeiro Correia dos Santos

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa XIII - Maria Isabel Neves Basto Simão**10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Isabel Neves Basto Simão

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:

Professor Associado ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa XIII - Alessandro Margheri**10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Alessandro Margheri

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

Mostrar dados da Ficha Curricular**Mapa XIII - João Pedro Silva Brito Boto****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

João Pedro Silva Brito Boto

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

Mostrar dados da Ficha Curricular

Mapa XIII - Anca-Maria Toader**10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Anca-Maria Toader

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:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

10.3.6. Ficha curricular de docente:

Mostrar dados da Ficha Curricular

10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)

Mapa XIV - Semigrupos, Autómatos e Linguagens (D)/ Semigroups, Automata and Languages (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Semigrupos, Autómatos e Linguagens (D)/ Semigroups, Automata and Languages (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Mário João De Jesus Branco - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

- 10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**
Este curso avançado tem por objectivo apresentar os fundamentos das Teorias das Linguagens Regulares, dos Autómatos Finitos e dos Semigrupos, as quais constituem não só uma importante área dentro da Álgebra mas são também alguns dos principais pilares da Computação Teórica.
Como curso avançado incidirá no desenvolvimento da Teoria de Reiterman para variedades de semigrupos finitos; sistemas de reescrita e apresentações.
- 10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**
This advanced course aims at presenting the fundamentals of the Theories of Regular Languages, Finite Automata and Semigrupos, which are not only an important area within Algebra but are among the pillars of Theoretical Computer Science.
As an advanced course it will incide on development of Reiterman Theory for finite semigroup varieties: systems of rewriting and presentations.
- 10.4.1.5. Conteúdos programáticos:**
Palavra e linguagem. Linguagem racional. Autómato finito e linguagem reconhecível. Algoritmos para a construção de autómatos que reconheçam uma linguagem descrita na forma de expressão racional. Autómato minimal de uma linguagem. Equivalência entre as linguagens reconhecíveis e as racionais - Teorema de Kleene. Reconhecimento algébrico de linguagens. Semigrupo sintáctico. Semigrupos, incluindo semigrupos cíclicos, relações de Green, semigrupos aperiódicos, semigrupos finitos simples e 0-simples. Classificação de linguagens racionais e de semigrupos finitos: Teorema de Eilenberg, Teorema de Birkhoff e Teorema de Reiterman.
- 10.4.1.5. Syllabus:**
Word and language. Rational language. Finite automaton and recognisable language. Algorithms to compute automata that recognise languages described as a rational expression. Minimal automaton of a language. Equivalence between recognisable and rational languages - Kleene's Theorem. Algebraic recognisability of languages. Syntactic semigroup. Semigroups, including cyclic semigroups, Green's relations, aperiodic semigroups, finite simple and 0-simple semigroups. Classification of rational languages and semigroups: Eilenberg's Theorem, Birkoff's Theorem and Reiterman's Theorem.
- 10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**
Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.
- 10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**
We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the desired material.
- 10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Leitura orientada. O tempo lectivo atribuído à disciplina é ocupado com aulas de natureza mais expositiva, onde é leccionada a componente teórica. Para além disso, é proposto aos alunos resolver exercícios fora do contexto de aula e esclarecer dúvidas e discutir sobre a resolução dos exercícios em tempos de apoio com o docente da disciplina. A avaliação consiste num exame final ou/e na resolução de alguns exercícios e sua exposição oral durante o período lectivo.
- 10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**
Reading course. The teaching time allocated to the subject is occupied with classes of more expository nature, where is taught the theoretical component. Furthermore, it is suggested to the students to solve exercises outside the context of classes, to clarify questions and discuss the resolution of exercises with the teacher of the discipline during complementary meetings.. The evaluation consists of a final exam or/and of some exercises to be solved as homework with oral presentation during the teaching period.
- 10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**
As aulas teóricas são explanatórias, enquanto as teórico-práticas são de exploração das aulas teóricas, sobretudo feito à custa de resolução de exercícios pelos alunos acompanhados pelo professor. Esta divisão, em aulas teóricas e aulas teórico-práticas, permite aos alunos estudarem sozinhos a matéria leccionada nas aulas teóricas para, depois, nas aulas teórico-práticas, a aprofundarem e esclarecerem as dúvidas, se necessário. Deste modo, um aluno médio deverá atingir as competências requeridas.
- 10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The lectures are explanatory classes, whereas the tutorial classes are to explore the content of the lectures, mostly by problem solving supervised by the professor. These two types of classes allow that the students can study the

content of the lectures by themselves and, later, in the tutorial classes, explore it and ask for support, if necessary. In such a way, an average student should achieve the required skills.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

- J. Almeida, “*Finite Semigroups and Universal Algebra*”, World Scientific, Singapore (1994).
- S. Eilenberg, “*Automata, Languages and Machines*”, vol. B, Academic Press, New York (1976).
- J. E. Hopcroft, R. Motwani e J. D. Ullman, “*Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation*”, 3ª edição, Prentice Hall (2006).
- J. M. Howie, “*Automata and Languages*”, Clarendon Press, Oxford (1991).
- J. M. Howie, “*Fundamentals of Semigroup Theory*”, Oxford University Press (1996).
- M. V. Lawson, “*Finite Automata*”, Chapman&Hall/CRC (2004).
- J.-E. Pin, “*Varieties of Formal Languages*”, North Oxford, London, and Plenum, New York (1986).
- W. Wechler, “*Universal Algebra for Computer Scientists*”, Springer-Verlag, Berlin (1992).

Mapa XIV - Álgebra Multilinear (D)/ Multilinear Algebra (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Multilinear (D)/ Multilinear Algebra (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Amélia Dias Da Fonseca Lopes Lucas - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Pretende-se que, neste curso avançado, os estudantes adquiram destreza com o cálculo tensorial e contactem com uma variedade de aplicações da Álgebra Multilinear. No final do curso deverão ter capacidade suficiente nestes domínios para poderem, se assim o desejarem, prosseguir os seus estudos em temas relacionados. Como curso avançado incidirá sobre classes simétricas de tensores: representações dos grupos simétricos finitos, decomposição das potências tensoriais como somas directas de classes simétricas de tensores, funções generalizadas de matrizes.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this advanced course is to dominate tensor technics and to contact with a number of applications of this discipline. It is intended that, by end of the course, the students should be able to proceed with their studies on related subjects, if they wish.

As an advanced course it will incise also on tensor symmetric classes: representations of finite symmetric groups, decomposition of tensor powers as direct sums of symmetric classes of tensors, generalized fucntions of matrices.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Aplicações multilineares. Produto tensorial de espaços vectoriais. Tensores decomponíveis. Característica de um tensor. Produto tensorial de subespaços. Somas directas e bases para o produto tensorial. Morfismos do produto tensorial e produto de Kronecker de matrizes. Produto tensorial de espaços vectoriais munidos de produto interno. Aplicações simétricas e anti-simétricas. Espaço dos tensores completamente simétricos. Espaço de Grassmann.

Possíveis tópicos adicionais: Produtos tensoriais de álgebras. Classes simétricas de tensores. Aplicações da Álgebra Multilinear a outros ramos da Matemática.

10.4.1.5. Syllabus:

Multilinear maps. Tensor product of vector spaces. Decomposable tensors. Rank of a tensor. Tensor product of subspaces. Direct sums and bases. Tensor product of linear maps and Kronecker product of matrices. Tensor product of inner product spaces. Symmetric and skewsymmetric maps. Symmetric tensors. Grassmann spaces. Possible additional topics: Tensor products of algebras. Symmetry classes of tensors. Applications of Multilinear Algebra to other branches of Mathematics.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um

aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas.Exame Final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching is composed of lectures and tutorial classes.Final exam.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

J. A. Dias da Silva, Classes Simétricas de Tensores, Lisboa, 1989

M. Marcus, Finite Dimensional Multilinear Algebra, Part I, Marcel Dekker, New York, 1973

M. Marcus, Finite Dimensional Multilinear Algebra, Part II, Marcel Dekker, New York, 1975

R. Merris, Multilinear Algebra, Gordon and B. S. Publishers, 1997

Mapa XIV - Álgebra Universal(D)/Universal Algebra(D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Álgebra Universal(D)/Universal Algebra(D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria João Antunes Dias Gouveia-45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Como curso avançado: Aquisição dos conhecimentos e das competências básicas em Álgebra Universal, necessárias a quem deseje desenvolver trabalho de investigação nesta área ou áreas afins, mas também úteis a quem continue os seus estudos em qualquer outra área do domínio da Álgebra.

-Desenvolvimento de pelo menos um dos tópicos com mais repercussão na investigação actualmente desenvolvida em Álgebra Universal ou áreas afins (apresentados no conteúdo programático como tópicos opcionais).

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

As an advanced course: Acquisition of the basic notions and competencies needed to start doing research on Universal Algebra or on any affine research area, but also useful as tools for anyone who keeps studying any topic in Algebra.

- To develop at least one of the most influential topics in current research on Universal Algebra or affine areas (presented in the syllabus as optional topics).

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Conteúdos Programáticos (1000 caracteres)

Conceitos e resultados essenciais de Álgebra Universal. Estudo de um ou dois dos seguintes tópicos: Álgebra e Lógica, Reticulados, Teoria das congruências mansas, Teoria de comutadores em variedades modulares

10.4.1.5. Syllabus:

The elements of Universal Algebra. Study of one or two of the following topics: Algebra and Logic, Lattices, Theory of tame congruences, Theory of commutators in modular varieties.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

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

The syllabus roam all items listed in the objectives of UC and are sufficient for an average student to learn the desired material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

C. Bergman, Universal Algebra, Fundamentals and Selected Topics, Chapman & Hall, 2011

S. Burris e H. Sankappanavar, A Course in Universal Algebra, Springer, 1981.

D. Clark e B.A. Davey, Natural Dualities for the working algebraist, Cambridge University Press, 1998

Galatos, N., Jipsen, P., Kowalski, T. e Ono, H., Residuated lattices: ..., Studies in Logic and the Foundations of Mathematics, 151, Elsevier 2007

B.A. Davey e H.A. Priestley, Introduction to Lattices and Order, Cambridge University Press, 2006

G. Gratzer, General Lattice Theory, Birkhauser, 1978

Hobby e McKenzie, The Structure of Finite Algebras, Contemporary Math., AMS, Providence, RI, 1988.

M. Clasen e M. Valeriote, Tame Congruence Theory, in Lectures on Algebraic Model Theory, Fields Institute Monographs, volume 15, AMS, 2002

R. Freese e R. McKenzie, Commutator Theory for Congruence Modular Varieties

Mapa XIV - Anéis, Álgebras e Representações(D)/Rings, Algebras and Representations(D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Anéis, Álgebras e Representações(D)/Rings, Algebras and Representations(D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Catarina de Araújo Santa Clara Gomes-45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não ha outrod docentes associados.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other associated staff.

10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular completa, ao nível da pós-graduação, uma formação fundamental e avançada na área da Álgebra.

Como curso avançado, tópicos a tratar: anéis perfeitos, localização em anéis não comutativos, teoria de Morita, representações modulares de grupos e teoria dos blocos de Brauer.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of this discipline is to complete, at postgraduate level, a fundamental and an advanced background in Algebra. As an advanced course, topics to be treated: perfect rings, localization in non commutative rings, Morita theory, modular group representations and Brauer blocs theory.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

ANÉIS SEMISSIMPLES E RADICAL DE JACOBSON

Módulos simples e semissimples. Teorema de Wedderburn-Artin. Radical de Jacobson. Ideais nilpotentes. Teorema de Hopkins-Levitski. Lema de Nakayama. Teorema de Krull-Schmidt.

ANÉIS PRIMOS E PRIMITIVOS

Radical primo. Anéis primos e semiprimos. Anéis e ideais primitivos. Teorema da densidade de Jacobson.

INTRODUÇÃO À TEORIA DA REPRESENTAÇÃO

Módulos sobre álgebras de dimensão finita. Teorema de Maschke. Lema de Burnside. Classificação dos módulos simples. Carácter de um módulo. Representação de grupos finitos. Estrutura da álgebra de um grupo.

Reciprocidade de Frobenius para módulos. Teorema de Clifford. Caracteres e idempotentes da álgebra de grupo.

Relações de ortogonalidade.

10.4.1.5. Syllabus:

SEMISIMPLE RINGS AND THE JACOBSON RADICAL

Simple and semisimple modules. Wedderburn-Artin Theorem. Jacobson radical. Nilpotent ideals. Hopkins-Levitski Theorem. Nakayama's Lemma. Krull-Schmidt Theorem.

PRIME AND PRIMITIVE RINGS

Prime radical. Prime and semiprime rings. Primitive rings and ideals. Jacobson's density theorems.

INTRODUCTION TO REPRESENTATION THEORY

Modules over finite-dimensional algebras. Maschke's Theorem. Burnside's Lemma. Classification of simple modules. Character of a module. Representations of finite groups. Structure of the group algebra. Frobenius reciprocity for modules. Clifford's Theorem. Characters and idempotents of a group algebra. Orthogonality relations.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um aluno médio adquirir os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the required material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Frank W. Anderson e Kent R. Fuller, Rings and Categories of Modules, 2nd ed., Springer-Verlag, 1992.

Owen J. Brison, Grupos e Representações, DMFCUL, 1999.

Charles W. Curtis e Irving Reiner, Representation Theory of Finite Groups and Associative Algebras, AMS Chelsea Publishing, 1962.

Thomas W. Hungerford, Algebra, Springer-Verlag, 1980.

Tsi-Yuen Lam, A First Course in Noncommutative Rings, 2nd ed., Springer-Verlag, 2001.

Mapa XIV - Geometria Riemanniana (D) / Riemannian Geometry(D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Geometria Riemanniana (D) / Riemannian Geometry(D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria João Pablo da Trindade Ferreira-45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

O propósito deste curso avançado é introduzir os conceitos fundamentais da geometria Riemanniana. Pretende-se que os alunos adquiram uma formação básica para que possam posteriormente desenvolver e aprofundar aspectos e áreas mais específicas da Geometria Riemanniana, entrando no caminho da investigação

Como curso avançado, abordará tópicos como a teoria da subvariedades dando ênfase ao papel do tensor de curvatura Riemanniana. Teorema de Gauss-Bonnet, o teorema de Cartan-Hadamard, o teorema de Bonnet e o teorema de Ambrose-Cartan-Hicks. O teorema da comparação de Rauch e o teorema da esfera .

Outra abordagem possível será o estudo da Geometria Semi-Riemanniana com aplicações à Teoria da Relatividade.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The purpose of this advanced course is to introduce the fundamental concepts of Riemannian geometry. It is intended that students acquire a basic education so they can further develop and deepen other aspects and more specific areas of Riemannian geometry, entering the path of research. As an advanced course, it will approach eventually topics like sub-manifolds theory emphasizing Riemannian curvature tensor, Gauss-Bonnet's theorem, Cartan-Hadamard's theorem. Bonnet's theorem and Ambrose-Cartan-Hicks's theorem, Rauch's comparison theorem and the sphere theorem. Another possible topic is the study of the Semi-Riemannian geometry with applications to Relativity theory.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Variedades diferenciáveis –

Fibrados vectoriais–Fibrados tangente e cotangente: estrutura Riemanniana.

Conexões afins–A derivada covariante; o transporte paralelo; geodésicas; o fluxo geodésico.; a aplicação exponencial; vizinhanças normais.

A conexão de Levi-Civita–Conexões métricas e conexões simétricas;o teorema fundamental da Geometria Riemanniana;o transporte paralelo;o comprimento de arco; vizinhanças convexas; variedades completas;o Teorema de Hopf e Rinow;a variedade Riemanniana como espaço métrico.

Curvatura–O tensor de curvatura; propriedades algébricas do tensor de curvatura; a curvatura seccional; variedades de curvatura seccional constante; variedades de Einstein;a curvatura e a métrica; campos de Jacobi; pontos conjugados;o teorema de Hadamard.

Cálculo das Variações aplicado a geodésicas .

10.4.1.5. Syllabus:

Introduction to Differentiable Manifolds –

Vector bundles – Tangent and cotangent bundle; Riemannian structure

The Levi-Civita connection – metric and symmetric connections; the fundamental theorem; the metric and parallel translation; arc length; distance; convex neighbourhoods; complete manifolds; the Hopf and Rinow theorem; Riemannian manifolds as metric spaces.

Curvature – the curvature tensor; algebraic properties of the curvature tensor; seccional curvature; the Riemannian curvature tensor; space-forms; Einstein manifolds; Jacobi fields; conjugate points; the Hadamard theorem.

Variation calculus applied to geodesics.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio adquirir os conhecimentos desejados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the desired material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está estruturada com aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Nas aulas teórico práticas são discutidas questões e exercícios previamente indicados nas aulas teóricas. Os alunos poderão também apresentar pequenos trabalhos.

A avaliação tem duas componentes: avaliação contínua e exame final.

Exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is structured with theoretical lectures and practical lectures. In the practical lectures some questions and exercises previously agreed are discussed. Students may also submit small essays. The assessment has two components: continuous assessment, which values the work done by the student during the class period, and final examination. Final exam.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Carmo, Manfredo – Geometria Riemanniana, Projecto Euclides, IMPA, 1988

Carmo Manfredo – Differentiable Geometry of Curves and Surfaces, Prentice-Hall, New Jersey, 1976.

Lie - Riemannian Manifolds, An introduction to Curvature, Springer; Graduate Texts in Mathematics, 1997

Milnor, J. – Morse Theory, Annals of Mathematics Studies, 51, Princeton University Press, Princeton, N.J., 1963.

O'Neill Barret – Semi-Riemannian Geometry with Applications to General Relativity, Accademic Press, New York, 1983.

Spivak, Michael – A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, vols I, II, Publish or Perish, Berkeley, 1979.

Warner – Foundations of Differential Manifolds and Lie Groups, Scott and Foresman, 1971.

Mapa XIV - Topologia Diferencial (D) / Differential Topology (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Topologia Diferencial (D) / Differential Topology (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Miguel Nunes Da Rosa Dias Duarte - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Pretende-se neste curso avançado que os alunos obtenham conhecimentos fundamentais de Topologia Diferencial, nomeadamente em Teoria do Grau e Teoria de Morse, de modo a conseguirem manejar e aplicar as ferramentas básicas desta e outras disciplinas matemáticas. O último tópico dependerá da formação dos alunos.

Como tópicos avançados:

Aplicações da Teoria de Morse e da Teoria do Grau aos Sistemas Dinâmicos.
Aplicações da Teoria de Morse ao problema da existência de geodésicas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

We want in this advanced course students to obtain basic notions on Differential Topology, namely on Degree's Theory and Morse Theory. The students should learn to handle and apply the basic tools of Differential Topology on other mathematical subjects. Last topic will depend on the student's background.

As advanced topics:

Applications of Morse's and Degree's theories to Dynamical Systems.

Applications of Morse's theory to the problem of existence of geodesics.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Generalidades sobre funções suaves em variedades. Imersões e submersões. Funções de Morse. Espaços de funções suaves e genericidade. Transversalidade e estabilidade. Pontos e valores regulares. Teorema de Sard.

2. Intersecção Orientada e Teoria do Grau. Teoremas do Índice: Teorema de Poincaré-Hopf para campos vectoriais e Teorema do índice de Lefschetz para aplicações.

3. Teoria de Morse. Breves noções sobre CW-complexos e homologia. Forma normal e índice de um ponto crítico. Desigualdades de Morse.

IV Aplicações a Sistemas Dinâmicos ou Geometria Riemanniana.

10.4.1.5. Syllabus:

1. Generalities about manifolds and smooth functions. Immersions and Submersions. Morse functions. Smooth function spaces and genericity. Transversality and stability. Regular points and values. Sard's theorem.

2. Oriented intersection and Degree's Theory. Index theorems: Poincaré-Hopf's theorem for vector fields and Lefschetz's index theorem for maps.

3. Morse Theory. Teoria de Morse. Basic notions about CW-complexes and homology. Normal form and index of a critical point. Morse Inequalities.

4. Applications to Dynamical Systems or Riemannian Geometry.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio adquirir com os conhecimentos esperados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas e aulas teórico-práticas baseadas na resolução de problemas de aplicação da matéria lecionada. Exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expositive lectures and problem solving recitation classes, where lectured content is applied. Final exam.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

M. Hirsh, Differential Topology, Springer Verlag (1976)

J. Milnor, Topology from the Differentiable Viewpoint, The University Press of Virginia (1965).

J. Milnor, Morse Theory, Princeton University Press (1963)

V. Guillemin, A. Polack, Differential Topology, Printice-Hall, Inc. (1974)

Mapa XIV - Introdução à Geometria Algébrica (D)/ Introduction to Algebraic Geometry (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:***Introdução à Geometria Algébrica (D)/ Introduction to Algebraic Geometry (D)***10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Orlando Manuel Bartolomeu Neto - 45h***10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:***Não há outros docentes envolvidos.***10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:***There are no other teachers involved.***10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Com este programa avançado, espera-se que o aluno possa aprender não só os fundamentos da Geometria Algébrica moderna como os conceitos de geometria analítica local.**Como tópicos avançados: Singularidades de Hipersuperfícies. Invariantes topológicos e analíticos das curvas planas. Singularidades Simples..***10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***With this advanced course we expect the student to learn not only the the foundations of modern Algebraic Geometry but also the concepts of local analytic geometry.**As advanced topics: Singularities of hypersurfaces. Topological and analytical invariants of plane curves. Simple singularities.***10.4.1.5. Conteúdos programáticos:***Variedades afins.**Propriedades locais das curvas planas.**Variedades Projectivas.**Curvas projectivas planas.**Variedades, morfismos e aplicações racionais.**Resolução de singularidades.**Teoremas de Riemann-Roch.***10.4.1.5. Syllabus:***Afine Algebraic Sets.**Afine Varieties.**Local Properties of Plane Curves.**Projective Varieties.**Projective Plane Curves.**Varieties, Morphisms, and Rational Maps.**Resolution of Singularities.**Riemann-Roch Theorem.***10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.***10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the expected material.***10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Exposição da matéria e resolução de exercícios. Exame final.*

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation of the material and resolution of exercises. Final exam.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry

<http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/CurveBook.pdf>

Mapa XIV - Grupos e Álgebras de Lie (D)/ Lie Groups and Lie Algebras (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Grupos e Álgebras de Lie (D)/ Lie Groups and Lie Algebras (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Susana Duarte Cordeiro Correia dos Santos-45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teaching staff involved.

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

O objetivo deste curso avançado é introduzir a noção de Grupo de Lie em estreita ligação com a de Álgebra de Lie assim como os resultados básicos desta teoria com vista a habilitar os alunos tanto para a investigação nesta área como a usá-la como instrumento de resolução de problemas noutras áreas.

Como curso avançado, incidirá eventualmente nos seguintes tópicos:

Teoria da representação dos grupos de Lie compactos conexos Integração em grupos de Lie. Medidas de Haar. Representações de grupos de Lie. Toros maximais. A fórmula integral de Weyl. O lema de

Schur. Coeficientes e carácter de uma representação. O teorema de Peter-Weyl.

As aplicações a considerar estarão relacionadas com as escolhas pessoais do docente. Exemplos: equações diferenciais, espaços simétricos.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective of this advanced course is to introduce the theory of Lie Groups in close connection with that of Lie Algebra as well as to provide the basic results in this theory in view of enabling the students both to research and to use them as tools to solve problems within other areas.

As an advanced course it will incise in some of the following topics:

Representation of compact connected Lie groups. Integration in Lie groups. Haar's measures. Representations of Lie groups. Maximal tori. Weyl's integral formula. Schur's Lemma. Coefficients and character of a representation. Peter-Weyl's Theorem.

The applications to be considered will be related to the personal choices of the teacher. Example: differential equations, symmetric spaces.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Os principais capítulos serão:

- 1. Grupos de Lie e Álgebras de Lie.*
- 2. Espaços homogéneos.*
- 3. Estrutura das álgebras de Lie semisimples.*

Como desenvolvimento destes pontos,:

1-Definições básicas. Parênteses de Lie sobre campos vectoriais. Campos vectoriais invariantes à esquerda. A aplicação exponencial. Representações adjuntas. Correspondência entre grupos de Lie conexos e álgebras de Lie. Os grupos e álgebras de Lie clássicos.

2-Órbitas. Transitividade. Quocientes de grupos de Lie. Subgrupos de isotropia. Aplicações equivariantes. Exemplos.

3-Álgebras de Lie nilpotentes e solúveis. Os Teoremas de Engel e de Lie. Álgebras de Lie simples e semisimples. Subálgebras de Cartan. Forma de Killing. Raízes de uma álgebra de Lie relativas a uma subálgebra de Cartan e decomposição associada da álgebra de Lie.

10.4.1.5. Syllabus:

The main chapters are:

1. *Lie groups and Lie Algebras.*
2. *Homogeneous spaces.*
3. *Structure of semisimple Lie Algebras.*

Development of these chapters:

1-Basic definitions. Lie brackets of vector fields. Left invariant vector fields. The exponential map. Adjoint representations. Correspondance between connected Lie groups and Lie álgebras. Classical Lie groups and algebras.

2-Orbits. Transitivity. Quotients of Lie groups. Isotropy subgroups. Equivariant maps. Examples.

3- Nilpotent and solvable Lie álgebras. Engel and Lie's theorems. Simple and semisimple Lie álgebras. Cartan's subalgebras.

Killing form. Roots of a Lie álgebra relative to a Cartan's subalgebra and associated decomposition of the Lie algebra.

This program can be too extense in view of the length of the term, so that the choice of topics is left each the attached professor.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the required material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Sigurdur Helgason, Differential geometry, Lie groups, and symmetric spaces, Academic Press, 1978.

James E. Humphreys, Introduction to Lie Algebras and Representation Theory, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 9, Springer Verlag, 1972.

Anthony W. Knap, Representation Theory of Semisimple Groups (An overview based on examples), Princeton University Press, Princeton New Jersey, 1986.

Wulf Rossmann, Lie Groups, An Introduction through Linear Groups, Oxford Graduate Texts in Mathematics, 5, 2002.

Mapa XIV - Análise Estocástica (D) / Stochastic Analysis (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Análise Estocástica (D) / Stochastic Analysis (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Isabel Neves Basto Simão-45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Ao concluir com aproveitamento este curso avançado o aluno deverá ser capaz de:

1. *Explicar com clareza conceitos da Teoria da Probabilidade e da Análise Estocástica*
2. *Demonstrar certos resultados teóricos*
3. *Usar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas.*

Em particular, os seguintes tópicos avançados serão focados:

Equações diferenciais estocásticas em dimensão infinita.

O processo de Wiener em espaços de Hilbert. Integral estocástico em espaços de Hilbert. Existência e unicidade de soluções de Equações de Evolução Estocásticas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

On successful completion of this advanced course the student must be able to:

1. *Explain clearly concepts from advanced Probability Theory and Stochastic Analysis.*
2. *Give proofs of certain theoretical results.*
3. *Use the acquired knowledge to solve problems.*

In particular, the following advanced topics will be focused:

Infinite dimensional stochastic differential equations..

Wiener's process in Hilbert's spaces. Stochastic integral in Hilbert's spaces. Existence and unicity of solutions of Stochastic evolution equations.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Processos Estocásticos. Processo de Wiener. Medida de Wiener. Integral Estocástico de Itô. Fórmula de Itô.

Equações Diferenciais Estocásticas. Processos de difusão. Semigrupos. Equações de Kolmogorov. Representação Estocástica de Soluções de Equações com Derivadas Parciais.

10.4.1.5. Syllabus:

Stochastic Processes. The Wiener Process. Wiener measure. Itô's stochastic integral. Itô formula. Stochastic differential equations. Diffusion processes. Semigroups. Kolmogorov Equations. Stochastic representation of solutions of Partial Differential Equations.

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

Os conceitos descritos nos conteúdos programáticos são essenciais para a compreensão da Análise Estocástica e das suas aplicações.

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

The concepts described in the syllabus are essential for the understanding of Stochastic Analysis and its applications.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição da matéria nas aulas teóricas; resolução de exercícios nas aulas teórico-práticas.

Exame final, sem consulta.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and problem solving classes.

Closed book exam.

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

-Com a exposição da matéria nas aulas teóricas pretende-se contribuir para que o aluno atinja os objectivos 1 e 2.

-Com a resolução de exercícios nas aulas teórico-práticas pretende-se contribuir para que o aluno atinja o objectivo 3.

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

-With the lectures we aim to help the student attain objectives 1 and 2.

-With the problem solving classes we aim to help the students attain objective 3.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

*-Isabel Simão, *Análise Estocástica, Texto de apoio às aulas, 2012.**

*-I. Karatzas e S. Shreve, *Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, 2a edição, 1991.**

Mapa XIV - Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (D)/ Differential Equations and Dynamical Systems (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (D)/ Differential Equations and Dynamical Systems (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Sebastião De Lemos Carvalhão Buescu - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Os objectivos deste curso avançado são aprofundar alguns tópicos da teoria qualitativa de equações diferenciais ordinárias (EDO's) sob o ponto de vista geométrico e introduzir os métodos modernos da teoria dos sistemas dinâmicos, em particular a dinâmica discreta. O estudante deve, ao finalizar o curso, estar em condições de lidar com a literatura científica corrente da área.

Como curso avançado alguns dos seguintes tópicos serão desenvolvidos:

Tratamento unificado a fluxos de equações diferenciais e sistemas dinâmicos discretos, introduzindo pequenos projectos de investigação.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The purpose of this course is both to review and deepen some topics of the qualitative theory of ODEs from the geometric viewpoint and to introduce the student to the methods of modern dynamical systems theory, in particular those from discrete dynamics. At the end of the course the student should be able to follow the current scientific literature in the area.

As an advanced course some of the following topics will be focused:

Unified treatment of the flow of differential equations and discrete dynamical systems, introducing short research projects.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Equações Diferenciais: Introdução aos métodos geométricos em EDOs. Bifurcações locais de campos vectoriais. Bifurcação perto de um equilíbrio. Variedades estável, instável e central. Conjuntos invariantes e conjuntos limites. Teorema de Poincaré-Bendixson.

Sistemas Dinâmicos: Secções transversais a um fluxo e transformação de Poincaré. Sistemas dinâmicos discretos. Pontos homoclínicos transversos e caos. Sensibilidade às condições iniciais. Aplicações unimodais. O cenário da

duplicação do período. Dinâmica Simbólica. Ferradura de Smale. Difeomorfismos de Anosov. Conjuntos hiperbólicos e dinâmica hiperbólica. Introdução à teoria ergódica: teoremas de Birkhoff e von Neumann.

10.4.1.5. Syllabus:

Differential equations: Introduction to geometrical methods: phase portraits, local bifurcations of vector fields, Liapunov and asymptotic stability. Vector fields and flows. Generic bifurcations from equilibria: saddle-node and Hopf. Stable, unstable and center manifold. Invariant sets, limit sets and the Poincaré-Bendixson theorem. Dynamical systems: Transverse sections to a flow; the Poincaré map. Discrete dynamical systems. Transverse homoclinic points and chaos. Sensitive dependence on initial conditions. Unimodal maps. The perioddoubling route to chaos. Symbolic Dynamics. The Smale horseshoe. Anosov diffeomorphisms. Hyperbolic sets and hyperbolic dynamics. Introduction to ergodic theory: the theorems of Birkhoff and von Neumann. Relationship between ergodic and topological concepts in dynamics.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas em regime expositivo, aulas práticas de resolução de problemas pelos alunos. Pequenos projectos de investigação propostos aos alunos e apresentados por eles no final do semestre.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes: lectures by the Professor. Practical classes: series of problems solved by the students. Small research projects undertaken by the students and presented by them at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

- 1. J. Guckenheimer e P. Holmes, Nonlinear oscillations, Dynamical Systems and oscillations of vector fields. Springer, App. Math. Sci. vol. 42, 1997.***
- 2. A. Katok e B. Hasselblatt, Introduction to the modern theory of dynamical systems. Cambridge U. P, 1995. Edição portuguesa: A moderna teoria de sistemas dinâmicos. Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.***
- 3. M. Brin, G. Stuck, Introduction to Dynamical Systems. Cambridge U. P, 2002.***

Mapa XIV - Problemas de Evolução (D) / Evolution Problems (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Problemas de Evolução (D) / Evolution Problems (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Francisco Da Silva Costa Rodrigues - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Formação de base e avançada na área das equações (EDPs) de evolução semi-lineares e quase-lineares e aplicações à física, à mecânica do contínuo e à biologia.

Como curso avançado focar-se-á na Introdução aos problemas de fronteira livre para equações e sistemas do tipo parabólico .

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Study of fundamental and advanced facts on evolution semi-linear and quasi-linear (PDEs) equations with applications to physics, continuum mechanics and biology.

As an advanced course it will focus the introduction to free boundary problems for equations and systems of parabolic type.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Equações de evolução semi-lineares: teoremas de existência local e aplicações. Existência global e explosão (exemplos).

2. Equações de Navier-Stokes: estudo básico do problema de evolução bidimensional e tridimensional.

3. Introdução aos problemas de fronteira livre para equações e sistemas do tipo parabólico (eventualmente em alternativa com o tema 5).

4. Equações e sistemas hiperbólicos quase-lineares. Noção de solução fraca entrópica.

5. Leis de conservação escalares. O teorema de Kruzkov.

6. Introdução à formulação cinética e aplicação às leis de conservação.

10.4.1.5. Syllabus:

1. Semi-linear evolution equations: local existence of solutions and applications; global solutions and blow-up (examples).

2. Navier-Stokes Equations: study of the two and three dimensional basic problems

3. Introduction to free boundary problems for equations and systems of parabolic type (possibly in alternative to point 5.)

4. Quasi-linear hyperbolic equations and systems. Entropy solutions.

5. Scalar conservation laws. Kruzkov theorem.

6. Introduction to the Kinetic Formulation and application to Conservation Laws.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas magistrais e aulas teórico-práticas de resolução de problemas. Avaliação contínua.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classical theoretical courses and problem solving courses. Continuous evaluation.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

T. Cazenave, A. Haraux, An Introduction to Semilinear Evolution Equations, Clarendon Press, Oxford, 1998.

C. Dafermos, Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics, Springer, 2000.

E. DiBenedetto, Partial Differential Equations, Birkhauser, 1995.

Songmu Zheng, Nonlinear Evolution Equations, Chapman & Hall/CRC Press, 2004

J. L. Lions, Quelques méthodes de résolution des problèmes aux limites non linéaires, Dunod et Gauthier-Villars, Paris, 1969.

B. Perthame, Kinetic Formulation of Conservation Laws, Oxford Univ. Press, 2002.

L.C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998.

T. Roubicek, Nonlinear Partial Differential Equations with Applications, Birkhauser, 2005.

A. Visintin, Models of Phase Transitions, Birkhauser, 1996.

Mapa XIV - Equações com Derivadas Parciais (D)/ Partial Differential Equations (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Equações com Derivadas Parciais (D)/ Partial Differential Equations (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Francisco Da Silva Costa Rodrigues - 45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Este curso avançado constitui uma introdução ao estudo das Equações com Derivadas Parciais (EDP). São abordados os principais temas da teoria das EDP modernas, nomeadamente questões de existência, unicidade e regularidade das soluções. Serão também estudadas algumas equações não-lineares. Será dada ênfase aos métodos e às técnicas analíticas que permitam ao aluno obter uma base teórica sólida e abrangente em EDP, ficando assim equipado para o estudo de problemas mais avançados. As aplicações físicas da teoria serão exploradas paralelamente ao estudo teórico.

Os tópicos avançados serão, como exemplo:

Problemas não lineares de tipo elíptico e parabólico. Sistemas de Leis de Conservação.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This advanced course is intended as an introduction to Partial Differential Equations (PDE). The main topics of the modern theory of PDE are touched upon, namely questions of well-posedness and regularity of solutions. Some non-linear equations will also be studied. I will highlight those analytical methods that will allow the student to obtain a solid and comprehensive basis on PDE, enabling him/her to study more advanced topics. Physical applications of the theory will be explored in parallel to the theoretical study.

The advanced topics will include, for example:

Non linear problems of elliptic and parabolic type. Conservation Laws systems.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1- Definições e exemplos. Análise clássica das equações do Transporte, de Laplace, de Poisson, do Calor e das Ondas.

2- Distribuições, transformada de Fourier e espaços de Sobolev. Soluções fracas.

3-Equações elípticas lineares de segunda ordem. Teorema de Lax-Milgram. Regularidade das soluções.

4- Introdução à teoria dos semigrupos de contracção num espaço de Hilbert. Aplicações.

5- Introdução às equações hiperbólicas não-lineares de primeira ordem.

10.4.1.5. Syllabus:

1- Definitions and basic examples. Classical analysis of the Transport, Laplace, Poisson, Heat, and Wave equations.

2- Distributions, Fourier Transform, and Sobolev spaces. Weak solutions.

3- Linear second-order elliptic equations. Lax-Milgram Theorem. Regularity of solutions.

4- Introduction to contraction semigroup theory in Hilbert spaces. Applications.

5- Introduction to nonlinear first-order hyperbolic equations.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the required material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição da matéria nas aulas. Os alunos resolvem folhas de exercícios em casa. Exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exposition of the subjects in class. Students solve exercise sheets at home. Final exam.

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

As metodologias de ensino são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base e para que a avaliação possa ser feita de forma rigorosa.

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

The teaching methodologies are, in my opinion, sufficient for the average student to learn the basic material and for a rigorous evaluation to be possible.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Lawrence C. Evans., Partial Differential Equations, AMS. Haim Brezis, Analyse Fonctionnelle, Dunod. Michael Renardy, Robert C. Rogers, An Introduction to Partial Differential Equations, Springer.

Mapa XIV - Teoria Ergódica (D)/ Ergodic Theory(D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Teoria Ergódica (D)/ Ergodic Theory(D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Miguel Nunes Da Rosa Dias Duarte - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Pretende-se que os alunos obtenham conhecimentos básicos e avançados de Teoria Ergódica, de modo a conseguirem manejar e aplicar as ferramentas da Teoria Ergódica em outras disciplinas matemáticas.

Possíveis desenvolvimentos para o curso avançado:

Teoria ergódica das transformações expansoras. Existência de medidas invariantes absolutamente contínuas.

Teoria ergódica das transformações diferenciáveis. Expoentes de Lyapunov e o Teorema de Oseledet.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should obtain basic and advanced notions on Ergodic Theory, that allow them to handle and apply the tools of Ergodic Theory to other mathematical subjects. Possible developments for this advanced course:

Ergodic theory for expensor transformations. Existence of absolutely continuous invariant measures.

Ergodic theory of differentiable transformations, Lyapunov exponents and Osedelet's Theorem

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Transformações que preservam a medida. Translações, automorfismos e endomorfismos lineares no toro. O teorema de recorrência de Poincaré. Conjugação e equivalência de transformações. A topologia fraca no espaço de medidas e existência de medidas invariantes.*
2. Ergodicidade. Teoremas ergódicos de Birkhoff e de von Neumann. Propriedades de mixing. Decomposição ergódica duma medida. Ergodicidade única.
3. Entropia métrica. Teorema de KolmogorovSinai. Sistemas de Bernoulli e Automorfismos de Kolmogorov. Entropia topológica. Princípio Variacional.

10.4.1.5. Syllabus:

1. Measure preserving transformations. Translations, automorphisms and endomorphisms of the torus. Poincarés recurrence theorem. Conjugation and equivalence of transformations. The weak topology on the space of measures and existence of invariant measures.*
2. Ergodicity. Birkhoff and von Neumanns ergodic theorems. Mixing properties. Ergodic decomposition of a measure. Unique ergodicity.
3. Metric entropy. KolmogorovSinai's theorem. Bernoulli systems and Kolmogorov automorphisms. Topological entropy. Variational principle.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos requeridos.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the required material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição teórica em metade de cada aula, e resolução de problemas na outra metade. Trabalho de casa semanal mais um exame final.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical exposition in half of each class, and problem solving in the other half. Weekly homework plus a final exam.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Peter Walters, An introduction to ergodic theory, Springer, New York, (1982) R. Mañé, Teoria Ergódica, Projeto Euclides, IMPA (1983) K Petersen, Ergodic Theory, Cambridge Studies in Advanced Mathematics; 2. Cambridge University Press, (1983)

Mapa XIV - Análise Numérica das Equações Diferenciais (D) / Numerical Analysis of Differential Equations (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:

Análise Numérica das Equações Diferenciais (D) / Numerical Analysis of Differential Equations (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Cristian Angel Barbarosie - 45h.

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Pretende-se com este curso avançado que os alunos obtenham conhecimentos sobre o tratamento numérico das equações diferenciais através do método dos elementos finitos e que implementem este método no computador. Será usada a linguagem de programação de alto nível C++ e ferramentas informáticas como FreeFem++ e Scilab. Tópicos avançados:

Problemas de valores e vectores próprios. Exemplo numérico: estudo da corda vibrante.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this advanced course is that the students learn how to solve numerically differential equations by the finite element method, and how to implement this method in the computer. The high level programming language C++ will be used, together with other softwares like FreeFem++ and Scilab.

Advanced course:

Eigenvectors and eigenvalues problems. Numerical example: the vibrating string.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Resolução numérica de equações com derivadas parciais, com especial ênfase no método dos elementos finitos.

10.4.1.5. Syllabus:

Numerical treatment of partial differential equations, with special emphasis on the finite element method.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objectivos da UC e são, na minha opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are, in our view, sufficient for the average student to learn the desired material

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Materia teórica apresentada oralmente e por escrito no quadro. Diálogo constante com os alunos nas aulas TP. Programação no computador, testar e corrigir os programas. Avaliação contínua para 6 valores. Trabalhos práticos para 7 valores. Exame final escrito para 7 valores.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Presentation of the theory orally and written on the whiteboard. Constant dialog with the students in theoretical-practical classes. Programming and debugging in the computer. Evaluation during the classes, up to 6 points. Practical assignments, up to 7 points. Final written examination, up to 7 points.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos e implementados em computador, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples and their computer implementation, that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

W. Hackbush, Elliptic Differential Equations, Theory and Numerical Treatment, Springer-Verlag, 1992

Mapa XIV - Sistemas Hamiltonianos / Hamiltonian systems**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Sistemas Hamiltonianos / Hamiltonian systems

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Carlota da Rocha Xavier Rebelo Gonçalves - 22,5 h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Alessandro Margheri-22,5 h.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Alessandro Margheri-22,5 h.

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

Preende-se fazer uma introdução aos sistemas hamiltonianos dando ênfase às órbitas periódicas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main purpose of this course is to give an introduction to the theory of hamiltonian systems, with emphasis in periodic orbits.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Esta disciplina aborda a teoria dos sistemas Hamiltonianos.

Os tópicos abordados estão incluídos nos seguintes:

Formalismo Hamiltoniano, teoria da transformação, existência de soluções periódicas. Entre as técnicas estudadas incluem-se a teoria da perturbação e o teorema de Poincaré-Birkhoff.

Resultados de estabilidade, forma normal de Birkhoff.

Ao longo da disciplina dar-se-ão exemplos de aplicações entre as quais aplicações a modelos físicos.

10.4.1.5. Syllabus:

We focus on the theory of Hamiltonian systems.

The topics of the course are among the following:

Hamiltonian formalism, transformation theory, existence of periodic solutions. In this topic we include perturbation theory and the Poincaré-Birkhoff theorem.

Stability results, Birkhoff's normal form.

Applications to physical models will be given.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the required material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

J. Moser, E. Zehnder, Notes on Dynamical Systems, Courant Institute of Mathematical Sciences, American Mathematical Soc., 2005

C.L. Siegel, J. Moser, Lectures on Celestial Mechanics, Classics in Mathematics, Springer, 1991 (reprint da edição de 1971)

R. Ortega, Sistemas Hamiltonianos, notas manuscritas de um curso de doutoramento.

Mapa XIV - Tópicos Matemáticos de Biologia / Mathematical Topics from Biology

10.4.1.1. Unidade curricular:

Tópicos Matemáticos de Biologia / Mathematical Topics from Biology

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Francisco Rodrigues - 15h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

João Pedro Boto-15h, Nico Stollenwerk-15h.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

João Pedro Boto-15h, Nico Stollenwerk-15h.

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

Este curso propõe-se conduzir estudantes ao nível atual da investigação em tópicos de Biomatemática, permitindo a iniciação em problemas de investigação. Vários modelos com sistemas dinâmicos são discutidos em detalhe, tendo em conta a natureza não-linear dos sistemas biológicos.

Em muitos destes sistemas, quando o ruído populacional tem um papel determinante, utilizam-se modelos estocásticos. O seu tratamento, da modelação à análise de dados, incluindo funções de verosimilhança e modelos Bayesianos, e ainda flutuações em biologia populacional e em evolução, constituem uma parte importante do curso.

Além dos modelos homogéneos, que não têm em conta a diferenciação temporal or espacial, o curso estuda modelos com estrutura etária e sistemas com distribuição espacial, conducentes a equações de transporte e de reação-difusão.

Estes tópicos contêm matéria opcional entre os conteúdos dos itens principais e aplicações da ecologia, epidemiologia, dinâmica neuronal e evolução.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course is designed to bring the students to the current research level in some topics of Biomathematics, and enable them to start research in open problems. Since biological systems are inherently non-linear, several dynamical systems models are discussed in detail.

In many biological systems, when population noise plays a decisive role, stochastic processes are used. Their treatment from modelling to data analysis, including likelihood functions and Bayesian approach, as well as fluctuations in population biology and evolution, is an important part of the course.

Besides homogeneous models with no particular time or spatial aspects, the course also present age-structured models and spatially extended systems, leading to transport and reaction diffusion equations.

These topics contain optional material among the main content items and applications from ecology, epidemiology, neuro-dynamics and evolution.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Complementos sobre modelos deterministas. Análise de sistemas dinâmicos em Ecologia e Epidemiologia. Processos estocásticos em Biomatemática, Processos de Markov básicos, soluções com funções características e funções geradoras. Modelos dinâmicos e análise de dados: processos estocásticos, funções de verosimilhança, abordagem Bayesiana. Grandes flutuações em populações: teoria da criticalidade; processos evolutivos. Processos estocásticos espaciais em biologia das populações que levam a modelos de reação-difusão. Reação-superdifusão e conectividade regular com redes de contacto mais gerais. Aplicações do cálculo fracionário. Modelos com equações de derivadas parciais: modelos de estrutura etária; sistemas dinâmicos adaptativos; equações de transporte; equações de equilíbrio em populações; movimento celular e quimiotaxis; limite difusivo. Formação de padrões: equações de difusão e reação-difusão; sistemas ativadores e inibidores; problemas de estabilidade.

10.4.1.5. Syllabus:

Complements on deterministic models. Analysis of dynamic systems in Ecological and Epidemiological populations.

Stochastic Processes in Biomathematics. Basic Markov processes, solutions with characteristic and generating functions. Dynamic modelling and data analysis: stochastic processes; likelihood functions; Bayesian approach. Large fluctuations in populations, theory of criticality, evolutionary processes with large fluctuations.

Spatially extended stochastic processes in population biology leading to reaction-diffusion models. Reaction-superdiffusion and regular connectivity to more general contact networks. Applications of fractional calculus.

Partial Differential Equations models: Age-structured Models; Transport Equations; Adaptive Dynamics; Population Balance Equations; Cell Motion and Chemotaxis; Diffusion Limit.

Pattern Formation: Diffusion and Reaction-Diffusion Equations; Activator and Inhibitor Systems; Stability Problems.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos base.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the basic material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

N Stollenwerk, V Jansen, Population Biology and Criticality, Imperial College Press, 2011

F. Brauer, P van den Driessche, J Wu (Eds) Mathematical Epidemiology, Lect Notes Maths #1945 Springer 2008

F C Chalub, J F Rodrigues (Eds) The Mathematics of Darwin's Legacy, Birkhäuser, Basel, 2011

H Malchow, S V Petrovkii, E Venturino, Spatiotemporal Patterns in Ecology and Epidemiology, CRC, 2008

N Stollenwerk, Nichtlineare Dynamic in der Analyse neurowissenschaftlicher Systeme, Juel-Rep, Res Center Jülich, ISSN 0944-2952,

P Fife, Mathematical Aspects of Reaction and Diffusing Systems, Lect Notes Biomaths #28, Springer 1979

JD Murray, Mathematical Biology, vol.2, Springer, 2003

J Hofbauer, K Sigmund, Evolutionary Games and Population Dynamics, Cambridge Univ P, 1998

B Perthame, Transport Equations in Biology, Birkhäuser, Basel, 2006

D.S. Sivia, Data Analysis: A Bayesian Tutorial, Oxford University Press, Oxford, 1996.

Mapa XIV - Métodos dos Elementos Finitos e Aplicações (D) / Finite Element Methods and Applications (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Métodos dos Elementos Finitos e Aplicações (D) / Finite Element Methods and Applications (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Cristian Angel Barbarosie - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Este curso avançado pretende fazer compreender o método dos elementos finitos, baseado na formulação variacional do problema. Saber implementar o algoritmo numa linguagem de programação para os casos mais simples, saber usar uma ferramenta de elementos finitos para problemas mais complexos.

Como tópico avançado:

Algoritmos de optimização com constrangimentos. Optimização de estruturas mecânicas.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This advanced course intends to explain the finite element method, based on the variational formulation of the problem. Ability to implement the algorithm in a programming language for simpler cases, ability to use a finite element tool for more complex problems.

As an advanced topic:

Algorithms of optimization with constrains. Optimization of mechanic structures.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Noções de mecânica - Fio elástico, Membrana elástica, condução de calor, electrostática, Elasticidade linear. Formulações fracas - Formulação variacional dum problema elíptico, Condições de fronteira. Método dos elementos finitos - Aproximação de Galerkin dum problema variacional abstracto. Convergência e estimativas do erro, Elementos finitos unidimensionais e bidimensionais do primeiro e do segundo grau (Lagrange P1 e P2), Implementação numérica, Familiarização com o software Freefem. Problemas dinâmicos (em altern. com o cap. 5) Problemas parabólicos: a equação do calor. Problemas hiperbólicos. Elastodinâmica e dinâmica estrutural. Formulação clássica. Formulação variacional. Formulação de Galerkin semidiscreta. Estimativas do erro. Optimização estrutural (em altern. com o cap. 4) Algoritmos de optimização com constrangimentos. Optimização de estruturas feitas de barras. Optimização de estruturas contínuas.

10.4.1.5. Syllabus:

Notions of mechanics – Elastic string, elastic membrane, heat conduction, electrostatics. Linear elasticity. Weak formulations – Variational formulation of an elliptic problem. Boundary conditions. Finite Element Method – Galerkin approximation of an abstract variational problem. Convergence and error estimates. Finite elements in one and two dimensions of first and second degree (Lagrange P1 and P2). Numerical implementation. Introduction to FreeFem++. Examples. Dynamical problems (in altern. with chap. 5) Parabolic problems: heat equation. Hyperbolic problems. Elastodynamics and dynamics of structures. Classical formulation, variational formulation, Galerkin semi-discrete formulation. Error estimates. Structural optimization (in altern. with chap. 4) Algorithms for constrained optimization. Optimization of truss structures. Optimization of continuum structures.

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

Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

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

We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

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

A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

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

In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

Becker E. B., Carey G. F. & Oden J. T., Finite elements. An introduction, Vol. I, Prentice-Hall, 1981
Bendsøe M., Methods for optimization of structural topology, shape and material, Springer Verlag, 1995
C'Éa J., Optimisation, théorie et algorithmes, Dunod, 1971
Ciarlet P. G. & Lions J. L., Handbook of Numerical Analysis Vol. IV, North-Holland, 1996
Ciarlet P. G., Mathematical Elasticity, North-Holland, 1988
Germain P., Mécanique, Ecole Polytechnique, Palaiseau, 1986
Hecht F. & Pironneau O., Multiple Unstructured Meshes and the design of freefem+, Rapport de recherche INRIA, 1999
Hughes, T., The Finite Element Method, Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis Prentice-Hall, 1987
Strang, G. & Fix, G., An Analysis of the Finite Element Method Prentice-Hall, 1973

Mapa XIV - Teoria dos Operadores (D) / Operator Theory (D)**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Teoria dos Operadores (D) / Operator Theory (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João Pedro Silva de Brito Boto - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Introdução básica e avançada à teoria dos operadores lineares, prosseguindo a formação dos estudantes em análise funcional. Apresentar um conjunto de aplicações que mostrem o interesse desta teoria.

Pretende-se com isto que os alunos adquiram competência na resolução de problemas que envolvam o uso de operadores lineares, em matemática pura e aplicada.

Como tópicos avançados: Algebras de operadores e aplicações - Operadores em espaços de funções.

Temas que podem ser desenvolvidos em paralelo com os assuntos que são tratados no programa.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Basic and advanced introduction to operator theory, continuing the student's formation in functional analysis. To present a set of applications that show the interest of this theory.

It is pretended that the students acquire skill in solving problems that use linear operators, in pure and in applied mathematics.

As advanced topics: Operator Algebras and applications-Operators on function spaces. Themes to be deepened together with other subjects in the syllabus.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

Operadores em espaços de Hilbert e de Banach.

Álgebras de Banach e aplicações

Teorema espectral para operadores auto-adjuntos e cálculo operacional para funções limitadas.

Grupos unitários e o teorema de Stone com aplicações às EDP.

Postulados da mecânica quântica não-relativista.

Semi-grupos com aplicações às EDP.

Medida e integral de Wiener.

"Integral de Feynman".

Fórmula de Trotter e aplicações.

Medidas projectivas, teorema espectral para operadores auto-adjuntos e cálculo operacional geral.

Decomposições do espectro de um operador auto-adjunto e teoria da multiplicidade.

10.4.1.5. Syllabus:

Operators in Hilbert and Banach spaces.

Banach algebras and applications.

Spectral theorem for self-adjoint and operational calculus for bounded functions.
Unitary groups and Stone theorem with applications to PDE.
Postulates of non-relativistic quantum mechanics.
Semigroups with applications to PDE.
Wiener measure and integral.
“Feynman integral”.
Trotter formula and applications.
Projection measures, spectral theorem for self-adjoint operators and general operational calculus.
Spectral decompositions of a self-adjoint operator and multiplicity theory.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos desejáveis.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:
Dunford; Schwartz: Linear Operators, vol 1-3, Wiley 1963.
Kato: Perturbation Theory for Linear Operators, Springer 2nd ed 1995.
Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley 1989.
Pazy: Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, Springer 1983.
Reed; Simon: Methods of Modern Mathematical Physics, vol 1-4, Academic Press 1978-1981.
Rudin; Functional Analysis, McGraw-Hill 2nd ed 1991.
Thayer: Operadores Auto-Adjuntos e Equações às Derivadas Parciais, IMPA 2007.
Weinholtz: Teoria dos Operadores, Dep. Mat. FCUL 1998.
Yoshida: Functional Analysis, Springer 6th ed 2003.
Zeidler: Applied Functional Analysis: Main Principles and their Applications, Springer 1995.
Zeidler: Applied Functional Analysis: Applications to Mathematical Physics, Springer 1999.

Mapa XIV - Física Matemática (D)/ Mathematical Physics (D)

10.4.1.1. Unidade curricular:
Física Matemática (D)/ Mathematical Physics (D)

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jean Claude Zambrini - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:
Não há outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Neste curso avançado vamos considerar uma selecção de tópicos de Física-Matemática onde as noções de probabilidades relevantes em Física Clássica e Quântica serão fundamentais, comparar sistematicamente estas duas noções e indicar alguns métodos matemáticos para perceber melhor as relações entre elas. Os alunos deverão, no fim do curso, ser capazes de ler publicações de investigação que usam a teoria das probabilidades e dispor de uma base sólida acerca do seu papel em Física-Matemática. Como tópicos avançados, diferentes aspectos da física-matemática serão abordados, à escolha, cada ano: Métodos geométricos da física, Métodos matemáticos da mecânica clássica, probabilidade em mecânica quântica, Cálculo de variações e Mecânica Clássica.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:
In this advanced course we are going to consider a selection of problems in Mathematical Physics where the notions of probabilities relevant in classical and quantum physics are fundamental. We shall compare those two notions and show some mathematical tools to understand better their relations. At the end, the students should be able to read research papers using probability theory and have a solid basis on their role in mathematical physics. As advanced topics, different aspects of Mathematical Physics will be considered, and chosen each year: Geometric Methods in Physics, Mathematical Methods in Classic Mechanics, Probability in Quantum Mechanics, Variational Calculus and Classical Mechanics.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:
*Resumo da estrutura matemática da mecânica clássica.
 A noção de probabilidade em mecânica estatística.
 Algumas aplicações desta noção.
 Resumo da estrutura matemática da mecânica quântica.
 A noção de probabilidade em mecânica quântica.
 Discussão de alguns "paradoxos" quânticos em relação com as probabilidades clássicas.
 O método dos integrais de Feynman em mecânica quântica.
 Dificuldades matemáticas deste método e uma introdução à teoria das equações diferenciais estocásticas.*

10.4.1.5. Syllabus:
N body problem. Mechanical systems. Observables. Poisson brackets. Hamiltonian equations. State. Hamiltonian flow. Liouville theorem. Von Neumann axioms. Spectral theorem, Functional calculus. Expectation of observables. Quantum Dynamics. Measurement. Incompatible observables. Lagrangian. Action. Feynman path integrals. Probability measures on paths space. Stochastic differential equations.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos esperados.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
We are offering standard material to accomplish the objectives of the course. They are sufficient for the average student to learn the expected material.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas e aulas teórico-práticas com exercícios e complementos sobre a matéria teórica. Exame no final do semestre

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Lectures followed by the resolution of exercises and complements of the theory. Examination at the end of the semester.

10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
A divisão entre aulas teóricas e teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são discutidos, permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
In the recitation classes, we discuss examples that help understand the theory (exposed in the theoretical classes) and give the means for the student to solve the standard problems of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

A. Lopes, "Tópicos de mecânica clássica", IMPA, 2006, 11-13.

E. Kreyszig, "Introductory functional analysis with applications, Wiley, (1978), Chapt. 11.

S. Albeverio, R. Hoegh-Krohn, S. Mazzuchi, "Mathematical Theory of Feynman path integrals", 2 ed., Springer-Verlag, (2006).

K. L. Chung, J.C. Zambrini, "Introduction to random time and quantum randomness", World Scientific, (2003).

Mapa XIV - Métodos Matemáticos em Mecânica dos Meios Contínuos / Mathematical Methods in Continuum Mechanics**10.4.1.1. Unidade curricular:**

Métodos Matemáticos em Mecânica dos Meios Contínuos / Mathematical Methods in Continuum Mechanics

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Anca-Maria Toader - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não existem outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Após uma descrição da cinemática dos meios contínuos e a introdução dos tensores de deformação, são introduzidas com rigor matemático as principais leis de conservação. A noção de tensor das tensões constitui a chave da compreensão dos fenómenos existentes em qualquer meio físico. Os meios elásticos e os fluidos serão estudados em detalhe, criando as bases necessárias a quaisquer aplicações nestes enquadramentos. Alguns tópicos mais avançados poderão ser escolhidos entre : introdução à teoria da homogeneização, medidas de Young, a convergência à escala, os operadores Neumann-to-Dirichlet e Dirichlet-to-Neumann, conforme o interesse dos alunos discentes.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After a kinematic description of a continuous medium and after the introduction of deformation tensor, are introduced with mathematical rigor the main conservation laws. The notion of the stress tensor is the key to understanding phenomena existing in any physical medium. The elastic media and the fluids will be studied in detail, creating the foundation necessary for any applications in these frameworks. Some more advanced topics may be lectured within the list : introduction to the homogenization theory, Young measures, the scale convergence, the operators Neumann-to-Dirichlet and Dirichlet-to-Neumann, according to the interest of the students.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Cinemática dos meios contínuos, Leis de conservação. Estudo do tesor das tensões.

II. Meios elásticos. As equações da elasticidade linearizada. Formulações variacionais.

III. Fluidos. Equações de Navier-Stokes. Escoamento de fluidos viscosos incompressíveis.

IV. Alguns tópicos mais avançados

10.4.1.5. Syllabus:

I. Kinematics of continuous media, conservation laws. Study the stress tensor.

II. Elastic media. The variational equations of linear elasticity . Variational formulations.

III. Fluids. Navier-Stokes equations. Incompressible viscous fluid flow.

IV. Some advanced topics.

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

As noções fundamentais da mecânica dos meios contínuos são abordadas ao mais riguroso nível baseado em análise funcional.

Considera-se que os conhecimentos a adquirir nesta unidade curricular são os adequados para que o aluno evolua relativamente ao que aprendeu ao nível do Mestrado e adquira as competências necessárias para abordar quaisquer aplicações na mecânica dos meios contínuos.

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

The fundamentals of continuum mechanics are addressed at the most rigorous level based on functional analysis.

It is considered that the knowledge to be acquired in this curriculum unit are appropriate for the student who has learned to evolve in relation to the Master's level and acquire the skills necessary to address any applications in continuum mechanics.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, aulas teórico-práticas, que são utilizadas para discussão de exemplos. Avaliação contínua nas aulas e Exame Final escrito.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures which provide the exposition of material, classes which are used to discuss sets examples related to the material in the lectures. Continuous evaluation during the classes and written Final Examination.

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

É no âmbito das aulas teóricas expositórias que a origem e finalidade dos conceitos envolvidos nesta unidade curricular são transmitidos aos alunos. Os exemplos pensados de modo a solidificar a aquisição desses conceitos é, desde sempre e com resultados comprovados pelos constantes avanços científicos e técnicos da humanidade, a forma que se tem considerado adequada para se atingir os objectivos de uma unidade curricular de formação avançada no doutoramento em Matemática.

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

It is within the theoretical expositórias the origin and purpose of the concepts involved in this course are transmitted to students. Examples thought so to solidify the acquisition of these concepts has always been with proven results by constant scientific and technical advances of humanity, so that it is considered appropriate to achieve the objectives of a course of advanced training in doctoral mathematics.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

1. G. Duvaut – *Mécanique des milieux continus*, Masson, 1990.
2. J. E. Marsden and T.J.R. Hughes – *Mathematical foundations of elasticity*, Prentice Hall, 1983.
3. G. Duvaut, Jacques-Louis Lions - *Inequalities in mechanics and physics*, Springer-Verlag, 1976
4. Jacques Louis Lions, Enrico Magenes - *Non-homogeneous boundary value problems and applications*, Springer-Verlag, 1972
5. H. Brezis - *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer; 1st Edition. Edition 2010
6. P. Constantin and C. Foias – *Navier-Stokes equations*, Chicago Lectures in Mathematics, The University of Chicago Press, 1989.
7. L. Mascarenhas – *Teoria da homogeneização*, Notas de curso, 2004.
8. F. Murat and L. Tartar - *Calculus of variations and homogenization*, Topics in the mathematical modelling of composite materials, Progr. Nonlinear Differential Equations Appl., 31, Birkhäuser Boston, Boston, 139—173, 1997.

Mapa XIV - Representação de Grupos / Representation of Groups

10.4.1.1. Unidade curricular:

Representação de Grupos / Representation of Groups

10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Carlos Alberto Martins André - 45h

10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:

Não existem outros docentes envolvidos.

10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

There are no other teachers involved.

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

Formação complementar em Matemática com o objectivo de proporcionar um sólido conhecimento matemático. Desenvolvimento das técnicas fundamentais da Teoria da Representação de Grupos Algébricos e de Grupos de Lie, dando ênfase especial aos Grupos Clássicos.

10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Complementary formation in Mathematics with the objective of strengthening a general mathematical knowledge.

Development of the fundamental techniques of the Representation Theory of Algebraic Groups and Lie Groups, giving special emphasis to Classical Groups.

10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

I. Os grupos clássicos. Elementos semisimples e unipotentes. Toros, toros maximais e sistemas de raízes. Teoria do peso dominante.
II. Álgebras e Representações. Lema de Schur, teorema da densidade de Jacobson e teorema do duplo comutador. Decomposição isotípica e multiplidades. Dualidade de Schur-Weyl. Fórmula do carácter de Weyl.
III. Leis de ramificação para grupos clássicos.
IV. Representações tensoriais. Simetrizadores de Young e módulos de Weyl. Álgebras comutantes em espaços tensoriais. Tensores harmónicos.

10.4.1.5. Syllabus:

I. The Classical Groups. Semisimple and unipotent elements. Tori, maximal tori and root systems. Highest-weight theory.
II. Algebras and Representations. Schur's lemma, Jacobson density theorem and double commutant theorem. Isotypic decomposition and multiplicities. Schur-Weyl duality. Weyl character formula.
III. Branching laws for classical groups.
IV. Tensor Representations. Young symmetrizers and Weyl modules. Commuting algebras on tensor spaces. Harmonic tensors.

10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.
Os conteúdos programáticos são adaptados à utilização dos conceitos em situações de investigação.

10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.
The syllabus is adapted to the use of the concepts in research.

10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Haverá aulas de resolução de exercícios e aulas mais teóricas assim como acompanhamento tutorial.

10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There will be exercise classes as well as lectures and tutorial supervision.

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

O ensino através de aulas teórico-práticas assim como com acompanhamento tutorial prepara o aluno para os desafios do curso.

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

The teaching through exercises classes and lectures together with a tutorial supervision prepares the student for the challenges of the course.

10.4.1.9. Bibliografia principal:

W. Fulton & J. Harris. Representation Theory. Graduate Texts in Mathematics 129. Springer-Verlag. 1991.
R. Goodman & N.R. Wallach. Symmetry, Representations, and Invariants. Graduate Texts in Mathematics 255. Springer-Verlag. 2009.
C. Procesi. Lie Groups: An Approach through Invariants and Representations. Universitext. Springer-Verlag. 2007.
J.A. Green. Polynomial representations of GL_n . Lecture Notes in Mathematics 830. Springer-Verlag. 2007.