

NCE/10/01456 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade De Lisboa

A1.a. Descrição da Instituição de ensino superior / Entidade instituidora

Universidade De Lisboa

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

Faculdade De Ciências

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

Faculdade De Ciências

A3. Ciclo de estudos:

Estatística e Investigação Operacional

A3. Study cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

A4. Grau:

Mestre

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Estatística e Investigação Operacional

A5. Main scientific area of the study cycle:

Statistics and Operational Research

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março (CNAEF).

4

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março (CNAEF), se aplicável.

460

A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março (CNAEF), se aplicável.

<sem resposta>

A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

120

A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006):

2 anos - 4 semestres

A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006):

2 years - 4 semesters

A9. Número de vagas proposto:

25

A10. Condições de acesso e ingresso:

A10. Entry Requirements:

Graduation (1st cycle) in Applied Mathematics, in Mathematics or similar with a good background in mathematics.

Pergunta A11

Pergunta A11

A11. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Sim (por favor preencha a tabela seguinte 11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)

A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ... (se aplicável)

A11.1. 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 and minor, or other forms of organization of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)

Ramos/Opções/... (se aplicável):	Branches/Options/... (if applicable):
Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional	Statistics and Operational Research specialization area
Área de especialização em Estatística	Statistics specialization area
Área de especialização em Investigação Operacional	Operational Research specialization area

A12. Estrutura curricular

Anexo I - Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

A12.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

A12.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

A12.2. Grau:

Mestre

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Statistics and Operational Research specialization area

A12.4. 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*
Estatística / Statistics	EST	18	30
Investigação Operacional / Operational Research	IO	18	30
Informática / Informatics	INF	0	6
Estatística e Investigação Operacional / Statistics and Operational Research	EIO	6	6
Estatística ou Investigação Operacional / Statistics or Operational Research	EST ou IO	42	0
Economia e Gestão/ Estatística	ECO.GEST/EST	0	12
Engenharia Geográfica/ Geographical Engineering	ENG GEO	0	12
Opção Livre	OL	0	12
(8 Items)		84	108

Anexo I - Área de especialização em Estatística

A12.1. Ciclo de Estudos:

A12.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

A12.2. Grau:

Mestre

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Estatística

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Statistics specialization area

A12.4. 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*
Estatística / Statistics	EST	60	30
Investigação Operacional / Operational Research	IO	18	12
Informática / Informatics	INF	0	6
Estatística e Investigação Operacional / Statistics and Operational Research	EIO	6	6
Economia e Gestão/Estatística	ECO.GEST/EST	0	12
Engenharia Geográfica/Geographical Engineering	ENG GEO	0	12
Opção Livre	OL	0	12
(7 Items)		84	90

Anexo I - Área de especialização em Investigação Operacional

A12.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

A12.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

A12.2. Grau:

Mestre

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Investigação Operacional

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Operational Research specialization area

A12.4. 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*
Estatística / Statistics	EST	18	12
Investigação Operacional / Operational Research	IO	60	30
Informática / Informatics	INF	0	6
Estatística e Investigação Operacional / Statistics and Operational Research	EIO	6	6
Economia e Gestão/Estatística	ECO.GEST/EST	0	12
Engenharia Geográfica/Geographical Engineering	ENG GEO	0	12
Opção Livre	OL	0	12
(7 Items)		84	90

Perguntas A13 e A14

A13. Regime de funcionamento:

A13.1. Se outro, especifique:

Regime misto, preferencialmente diurno, mas adequado às necessidades dos alunos (pós-laboral, ...)

A13.1. If other, specify:

Daytime is intended. But it may be another (after working hours, ...) due to students constraints.

A14. Observações:

No 1º ano o aluno deverá fazer, no 1º semestre, duas cadeiras obrigatórias de Estatística e duas cadeiras obrigatórias de Investigação Operacional. Tem ainda que fazer uma cadeira opcional, escolhida pelo coordenador do mestrado de acordo com os conhecimentos que a aluno traz do 1º ciclo, que pode ser escolhida entre a cadeira de Métodos Computacionais e algumas cadeiras da área de Informática.

No 2º semestre do 1º ano o aluno deverá fazer três cadeiras obrigatórias e duas cadeiras opcionais. Uma das cadeiras obrigatórias é de Estatística, outra é de Investigação Operacional, e a terceira cadeira combina as duas áreas sendo de Estatística e Investigação Operacional.

No segundo ano o aluno deverá fazer três cadeiras opcionais (no 1º semestre), e completar os requisitos exigidos para este ciclo com a dissertação, projecto ou estágio realizada na área científica de Estatística ou na área científica de Investigação Operacional.

Para os alunos que optem por completar os requisitos exigidos para este ciclo com um estágio, serão estabelecidos protocolos com Instituições e/ou Empresas onde os referidos estágios terão lugar. Serão orientados por um dos docentes do mestrado e terão também um responsável dentro do local de estágio.

Na Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional, as cinco cadeiras opcionais do 2º semestre do 1º ano e do 1º semestre do 2º ano, correspondentes a um total de 30 ECTS, podem ser escolhidas livremente na lista de cadeiras proposta.

Na Área de especialização em Estatística, das cinco cadeiras opcionais do 2º semestre do 1º ano e do 1º semestre do 2º ano (correspondentes a um total de 30 ECTS), pelo menos 3 (correspondentes a 18 ECTS) têm que ser da área científica de Estatística. Também a unidade curricular DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO será realizada na área científica de Estatística.

Na Área de especialização em Investigação Operacional, das cinco cadeiras opcionais do 2º semestre do 1º ano e do 1º semestre do 2º ano (correspondentes a um total de 30 ECTS), pelo menos 3 (correspondentes a 18 ECTS) têm que ser da área científica de Investigação Operacional. Também a unidade curricular DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO será realizada na área científica de Investigação Operacional.

Os Grupos Opcionais do 2º semestre do 1º ano e do 1º semestre do 2º ano poderão incluir ainda unidades curriculares de outros mestrados da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no máximo de 12 ECTS.

Todos os Grupos Opcionais poderão incluir ainda outras unidades curriculares, a fixar anualmente pelo Conselho Científico da FCUL, sob proposta do Departamento responsável.

A14. Observations:

In the 1st year each student should complete, in the 1st semester, two mandatory units in Statistics and two mandatory units in Operational Research. Each student also need to complete an optional units, chosen by the coordinator of the Master degree accordingly with the student curriculum from the 1st cycle, among Computational Methods and some units in the area of Informatics.

In the second semester of the 1st year students should complete three mandatory units and two optional units. One of the mandatory units is in Statistics, another is in Operational Research, and the third units combines the two areas belonging to the area of Statistics and Operational Research.

In the second year the student should complete three optional units on the 1st semester. The requirements for this cycle will be completed with the thesis, project or practical work, to be held in the scientific area of Statistics or of Operational Research.

For students who choose to complete the requirements for this cycle with a practical or training work, protocols will be established with institutions and / or companies where these practical or training works will take place. Each practical or training work will be supervised by a teacher of the course and will also have a responsible person within the institution and / or company.

In the Statistics and Operational Research specialization area, the five optional units in the 2nd semester of the 1st year and the 1st semester of the 2nd year (corresponding to a total of 30 ECTS) may be freely chosen from the list of proposed units.

In the Statistics specialization area, from the five optional units in the 2nd semester of the 1st year and the 1st semester of the 2nd year (corresponding to a total of 30 ECTS), at least 3 (corresponding to 18 ECTS) must belong to the scientific area of Statistics. Also the unit THESIS / PRACTICAL WORK / PROJECT will be completed in the scientific area of Statistics.

In the Operational Research specialization area, from the five optional units in the 2nd semester of the 1st year and the 1st semester of the 2nd year (corresponding to a total of 30 ECTS), at least 3 (corresponding to 18 ECTS) must belong to the scientific area of Operational Research. Also the unit THESIS / PRACTICAL WORK / PROJECT will be completed in the scientific area of Operational Research.

The optional Groups in the 2nd semester of the 1st year and the 1st semester of the 2nd year may also include units from other master degrees from the Faculty of Science of University of Lisbon, with a maximum of 12 ECTS.

All Optional Groups may also include other curricular units, to be determined annually by the Scientific Council of FCUL following a proposal of the responsible Department.

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Anexo II - Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._Acta_CC_1.pdf](#)

Anexo II - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._CPedagogico_deliberacao_cursos_FCUL_16_11_2010.pdf](#)

Anexo II - Reitor da Universidade de Lisboa

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._Desp_117-2010_12_13.pdf](#)

1.2. Docente responsável

1.2. Docente responsável pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

A respectiva ficha curricular deve ser apresentada no Anexo V.

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo e Helena Maria Iglésias Pereira

2. Plano de estudos

Anexo III - Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional - 1º Ano / 1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Statistics and Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 1º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st year / 1st semester

2.5. 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)
Metodologias da Estatística	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Probabilidade	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Metodologia de Investigação						

Operacional	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Técnicas de Investigação Operacional	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Introdução às Bases de Dados	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Programação por Objectos	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Tecnologia de Bases de Dados	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Métodos Computacionais	EIO	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; PL: 22.5; OT: 15	6	Optativa
(8 Items)						

Anexo III - Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional - 1º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Statistics and Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 2º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st Year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Estatísticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Programação Inteira	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Modelação e Optimização Estocástica	EIO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Análise Multicritério e Sistemas de Apoio à Decisão	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Demografia	EST	Semestral	168	T:22.5; PL:15; OT:30	6	Optativa
Estatística Bayesiana	EST	Semestral	168	T:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Estatística Computacional e Simulação	EST	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Optimização Não Linear	IO	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Complementos de Processos Estocásticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Processos de Previsão e Decisão	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Teoria dos Jogos	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Análise e Simulação de Sistemas	IO	Semestral	168	T:30; TP:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Opção Livre	OL	Semestral	168	-	6	Optativa
(13 Items)						

Anexo III - Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional - 2º Ano / 1º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:
MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
Statistics and Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 1º Semestre

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

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO	EST ou IO	Anual	336	OT: 15	12	
Amostragem	EST	Semestral	168	T: 22.5; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Ciência e Sistemas de Informação Geográfica	ENG GEO	Semestral	168	T: 30; PL: 30; OT: 15	6	Optativa
Gestão de Operações	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Gestão e Controlo de Qualidade	ECO.GEST/EST	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Logística	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Modelação de Acontecimentos Raros	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Redes e Telecomunicações	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Redes Neurais e Aplicações	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Séries Temporais	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Técnicas Heurísticas	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Teoria do Risco	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Tratamento e Análise de Dados	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	Optativa
Opção Livre (14 Items)	OL	Semestral	168	-	6	Optativa

Anexo III - Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional - 2º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:
MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
Área de especialização em Estatística e Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
Statistics and Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO (1 Item)	EST ou IO	Anual	840	OT: 30	30	

Anexo III - Área de especialização em Estatística - 1º Ano / 1º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:
MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)
Área de especialização em Estatística

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
Statistics specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st Semester

2.5. 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)
Metodologias da Estatística	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Probabilidade	EST	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Metodologia de Investigação Operacional	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Técnicas de Investigação Operacional	IO	Semestral	168	T: 30; TP: 15; OT: 30	6	
Introdução às Bases de Dados	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Programação por Objectos	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Tecnologia de Bases de Dados	INF	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; OT: 30	6	Optativa
Métodos Computacionais	EIO	Semestral	168	T: 30; TP: 22.5; PL: 22.5; OT: 15	6	Optativa
(8 Items)						

Anexo III - Área de especialização em Estatística - 1º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:
MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:
Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*Área de especialização em Estatística***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Statistics specialization area***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Estatísticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Programação Inteira	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Modelação e Optimização Estocástica	EIO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Análise Multicritério e Sistemas de Apoio à Decisão	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Demografia	EST	Semestral	168	T:22.5; PL:15; OT:30	6	Optativa
Estatística Bayesiana	EST	Semestral	168	T:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Estatística Computacional e Simulação	EST	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Optimização Não Linear	IO	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Complementos de Processos Estocásticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Processos de Previsão e Decisão	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Teoria dos Jogos	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Análise e Simulação de Sistemas	IO	Semestral	168	T:30; TP:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Opção Livre	OL	Semestral	168	-	6	Optativa
(13 Items)						

Anexo III - Área de especialização em Estatística - 2º Ano / 1º Semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Estatística e Investigação Operacional***2.1. Study Cycle:***MSc in Statistics and Operational Research***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Área de especialização em Estatística***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Statistics specialization area***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 1º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 1st Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)

DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO	EST	Anual	336	OT: 15	12	
Amostragem	EST	Semestral	168	T:22.5;TP:22.5;OT:30	6	Optativa
Ciência e Sistemas de Informação Geográfica	ENG GEO	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:15	6	Optativa
Gestão de Operações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Gestão e Controlo de Qualidade	ECO.GEST/EST	Semestral	168	T:30; TP:22.5; OT:30	6	Optativa
Logística	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Modelação de Acontecimentos Raros	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Redes e Telecomunicações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Redes Neurais e Aplicações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Séries Temporais	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Técnicas Heurísticas	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Teoria do Risco	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Tratamento e Análise de Dados	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Opção Livre	OL	Semestral	168	-	6	Optativa
(14 Itens)						

Anexo III - Área de especialização em Estatística - 2º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Estatística

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Statistics specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º Ano / 2º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO	EST	Anual	840	OT: 30	30	
(1 Item)						

Anexo III - Área de especialização em Investigação Operacional - 1º Ano / 1º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*1º Ano / 1º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***2.5. 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)
Metodologias da Estatística	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Probabilidade	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Metodologia de Investigação Operacional	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Técnicas de Investigação Operacional	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Introdução às Bases de Dados	INF	Semestral	168	T:30; TP:22.5; OT:30	6	Optativa
Programação por Objectos	INF	Semestral	168	T:30; TP:22.5; OT:30	6	Optativa
Tecnologia de Bases de Dados	INF	Semestral	168	T:30; TP:22.5; OT:30	6	Optativa
Métodos Computacionais	EIO	Semestral	168	T:30; TP:22.5; PL:22.5; OT:15	6	Optativa
(8 Items)						

Anexo III - Área de especialização em Investigação Operacional - 1º Ano / 2º Semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Estatística e Investigação Operacional***2.1. Study Cycle:***MSc in Statistics and Operational Research***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Área de especialização em Investigação Operacional***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Operational Research specialization area***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos Estatísticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Programação Inteira	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Modelação e Optimização Estocástica	EIO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	
Análise Multicritério e Sistemas de Apoio à Decisão	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Demografia	EST	Semestral	168	T:22.5; PL:15; OT:30	6	Optativa
Estatística Bayesiana	EST	Semestral	168	T:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Estatística Computacional e Simulação	EST	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Optimização Não Linear	IO	Semestral	168	T:30; PL:30; OT:30	6	Optativa
Complementos de Processos Estocásticos	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Processos de Previsão e	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa

Decisão						
Teoria dos Jogos	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Análise e Simulação de Sistemas	IO	Semestral	168	T:30; TP:30; PL:15; OT:15	6	Optativa
Opção Livre (13 Items)	OL	Semestral	168	-	6	Optativa

Anexo III - Área de especialização em Investigação Operacional - 2º Ano / 1º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

Área de especialização em Investigação Operacional

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º Ano / 1º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year / 1st Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO	IO	Anual	336	OT:15	12	
Amostragem	EST	Semestral	168	T:22.5;TP:22.5;OT:30	6	Optativa
Ciência e Sistemas de Informação Geográfica	ENG GEO	Semestral	168	T:30; PL:30;OT:15	6	Optativa
Gestão de Operações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Gestão e Controlo de Qualidade	ECO.GEST/EST	Semestral	168	T:30; TP:22.5; OT:30	6	Optativa
Logística	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Modelação de Acontecimentos Raros	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Redes e Telecomunicações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Redes Neurais e Aplicações	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Séries Temporais	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Técnicas Heurísticas	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Teoria do Risco	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Tratamento e Análise de Dados	EST	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:30	6	Optativa
Opção Livre (14 Items)	OL	Semestral	168	-	6	Optativa

Anexo III - Área de especialização em Investigação Operacional - 2º Ano / 2º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Estatística e Investigação Operacional

2.1. Study Cycle:

MSc in Statistics and Operational Research

2.2. Grau:

Mestre

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)
Operational Research specialization area

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 2º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
DISSERTAÇÃO/ESTÁGIO /PROJECTO (1 Item)	IO	Anual	840	OT: 30	30	

3. Descrição e fundamentação dos objectivos

3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objectivos do ciclo de estudos.

O Mestrado foi desenhado de modo a que o aluno adquira uma base sólida de estudos em Estatística e Investigação Operacional com as disciplinas obrigatórias, e adquira, também, a capacidade de aplicar estes conhecimentos numa grande variedade de situações.

O aluno tem à sua disposição um leque de cadeiras em diferentes áreas da Estatística e Investigação Operacional, permitindo-lhe completar a formação do 1º ciclo e/ou escolher a área mais do seu interesse, ou ainda, torná-lo apto a frequentar um 3º ciclo. Um elenco de disciplinas de opção com grande aplicação em situações da vida real, suportadas em bons conhecimentos básicos, conjuntamente com a elaboração de uma Dissertação / Projecto / Estágio numa organização, pretende assegurar que o graduado adquira uma especialização de natureza académica que lhe dará a capacidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos, de identificação, compreensão e resolução de problemas em situações novas, em contextos diferentes e multidisciplinares.

3.1.1. Study cycle's objectives.

This master course is designed so that the students acquire a solid basis in Statistics and Operational Research with the required courses, and get also the ability to apply that knowledge in a variety of situations.

A wide list of courses in different areas of Statistics and Operational Research and also other areas, will allow them to enrich their knowledge from the 1st degree and / or to choose their preferred area of interest, or even make them able to attend a 3rd cycle .

A list of elective courses with wide application in real life situations, supported on good basic knowledge, together with the preparation of a Thesis / Project / Internship in an organization, aims to ensure that the graduates acquire an academic specialization that will give them the ability to apply the acquired knowledge in different fields. They will be able to identify, understand and solve multidisciplinary problems in new situations and in different contexts.

3.1.2. Competências a desenvolver pelos estudantes.

Dar aos alunos formação de nível avançado nas áreas da Estatística e Investigação Operacional, através do aprofundamento de conhecimentos de natureza fundamental com técnicas de aplicação, na perspectiva da aplicação a diferentes situações e da ligação a outras áreas científicas e tecnológicas.

Proporcionar uma visão abrangente da Estatística e da Investigação Operacional, na confluência de diversas disciplinas de análise e resolução de problemas, reforçando os aspectos de modelação e representação, e de programação em computador; dar ênfase ao estudo de modelos estocásticos dinâmicos e acentuar a dualidade e complementaridade das abordagens analítica e numérica. Introduzir alguns modelos e técnicas de planeamento e análise. Apresentar princípios e métodos básicos relevantes para a decisão económica e a monitorização ou controle de processos - em especial, regras de decisão optimal baseadas em previsões para resolução de problemas.

3.1.2. Competences to be developed by students.

The students will obtain advanced level training in Statistics and Operational Research, by linking knowledge of a fundamental nature with solution procedures with the perspective of application to different situations and to other areas of science and technology.

A comprehensive view of Statistics and Operational Research at the confluence of several disciplines of analysis and problem solving, strengthening the aspects of modeling and representation, and computer programming, emphasizing the study of dynamic stochastic models and emphasize the duality and complementarities of the analytical and the numerical approaches, will be provided.

Models and techniques for planning and analysis will be introduced. The basic principles and methods relevant to economic decision and monitoring or process control - in particular, optimal decision rules based on forecasts for troubleshooting, will be presented.

3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição de ensino.

O ciclo de estudos proposto tem como objectivo principal formar profissionais com uma sólida formação científica, tanto teórica como aplicada, e com uma forte componente prática de investigação, no domínio da Estatística e Investigação Operacional, e de uma forma alargada nas Ciências da Decisão. A proposta deste Mestrado pretende garantir a qualidade científica, habilitação

profissional e empregabilidade dos alunos de Estatística e Investigação Operacional da FCUL.

Pelas suas características responde na íntegra à missão e estratégia da FCUL que, de acordo com os princípios fundamentais consignados nos seus Estatutos, é uma instituição de criação, transmissão e difusão da ciência e tecnologia, baseada nomeadamente no estímulo à inovação e à competitividade e no compromisso com a modernização da sociedade.

3.1.3. Coherence of the defined objectives with the institution's mission and strategy.

The proposed course of study is intended mainly to prepare students with a solid scientific background, both theoretical and applied, and with a strong practical research in the field of Statistics and Operational Research, and in an extended form in Decision Sciences. This master course is aimed at ensuring scientific quality, professional skills and employability of students of Statistics and Operational Research from FCUL.

Given its characteristics, it fully responds to the mission and strategy of FCUL which, according to the fundamental principles in its Statute, is an institution of creation, transmission and spread of science and technology, based particularly on stimulating innovation and competitiveness and commitment to the society modernization.

3.2. Adequação ao Projecto Educativo, Científico e Cultural da Instituição

3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da instituição.

A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 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 exactas e naturais e das tecnociências, bem como a produção, a difusão e a partilha de culturas, estimulando a abertura permanente à sociedade civil, através da transferência de conhecimentos e da interligação com os agentes sociais e económicos.

A Faculdade assume o compromisso de estimular sinergias e interactividade entre ensino e investigação, os quais desenvolve de acordo com os mais exigentes padrões de qualidade e excelência e no respeito pelos valores fundamentais da liberdade de expressão e de pensamento.

A Faculdade promove as melhores condições para o pleno desenvolvimento de capacidades e talentos e encoraja uma cultura de aprendizagem permanente, valorizando o pensamento crítico e a autonomia intelectual.

3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project.

The Faculty of Science University of Lisbon, was established in 1911 with the double mission of teaching and promoting research. The Faculty assumes as its main missions education, research and knowledge transfer and innovation in the fields of exact and natural sciences and also techno sciences, as well as production, distribution and sharing of cultures, encouraging permanent opening to civil society through knowledge transfer and connection with social and economic actors.

The School is committed to stimulate interactivity and synergies between teaching and research, which develops according to the highest standards of quality and excellence and respect for fundamental values of freedom of expression and of thought.

The College promotes the best conditions for the full development of abilities and talents and encourages a culture of lifelong learning, enhancing critical thinking and intellectual autonomy.

3.2.2. Demonstração de que os objectivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projecto educativo, científico e cultural da instituição.

Em conformidade com os estatutos da FCUL, os métodos, meios e conteúdos de ensino aqui fixados são definidos de modo a proporcionar uma formação sólida e abrangente e promover o desenvolvimento das capacidades dos alunos, numa perspectiva de aprendizagem permanente e de valorização do pensamento crítico. Também de acordo com os princípios fundamentais estabelecidos na FCUL, esta proposta introduz componentes de formação que visam o desenvolvimento de capacidades e competências directamente relacionadas com a futura intervenção dos formandos na sociedade, através da sua participação nos desafios que estão na base da inovação científica e tecnológica, e do contacto com diferentes áreas de investigação, em estreita ligação com outras instituições e empresas de base tecnológica, numa perspectiva de abertura ao exterior e interacção com a sociedade.

3.2.2. Demonstration that the study cycle's objectives are compatible with the institution's educational, scientific and cultural project.

In accordance with the statutes of FCUL, the methods, means and contents of teaching are defined in order to provide a solid and comprehensive training and promoting the development of students' abilities in a perspective of lifelong learning and appreciation of critical thinking. Also in accordance with the fundamental principles set out in FCUL, this proposal will introduce training components aimed at the development of capacity and skills directly related to the future involvement of students in society, through their participation in the challenges that are the basis of scientific and technological innovation, and the contact with different research areas, in close liaison with other institutions and technology-based companies, from a perspective of openness and interaction with society.

3.3. Unidades Curriculares

Anexo IV - Metodologia de Investigação Operacional

3.3.1. Unidade curricular:

Metodologia de Investigação Operacional

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

António José Lopes Rodrigues

Maria da Conceição Fonseca

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Apresentar a metodologia geral de Investigação Operacional. Estudar diversas técnicas de modelação, incluindo programação matemática, optimização em redes, simulação, etc. Aprender a especificar modelos gráficos para processos e sistemas de acontecimentos discretos. Postos perante problemas reais, os estudantes devem ficar a saber modelar matematicamente o problema, escolhendo a forma mais adequada a cada situação, e aprender a interpretar os resultados.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The objective of this course are: to present the Operational Research methodology; to study different modeling techniques, including mathematical programming, network optimization, simulation, among others; to learn how to specify graphical models for processes and discrete event systems. Facing real problems, students should be able to mathematically formulate the problem, choosing the most appropriate model for each situation, and learn to do a correct and complete interpretation of the results.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à metodologia geral utilizada em Investigação Operacional para resolução de problemas.

Fases do método: Estudo do problema, Formulação e construção de um modelo, Obtenção da solução, Validação do modelo e teste da solução, Implementação da solução.

2. Modelos em Programação Matemática.

Definição dos objectivos. Tipos de restrições. Análise de sensibilidade e robustez.

3. Modelos em redes.

Caminho óptimo, transportes ou afectação, fluxos, planeamento de produção ou de investimento, localização de equipamentos, caixeiro viajante ou optimização de rotas.

4. Modelação gráfica de sistemas.

Conceitos básicos de sistemas e processos. Exemplos de formalismos de representação. Redes de actividades. Diagramas de ciclos de actividades e diagramas de estados e transições. Formulações em espaço de estados.

5. Seminários sobre diferentes tipos de metodologia, por exemplo, pesquisa iterativa, simulação, métodos construtivos em scheduling, análise multicritério ou programação dinâmica.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction to general Operational Research methodology for problem-solving.

Phases: Analysis of the problem, formulation and construction of a model, solution procedures, model validation and solution testing, solution implementation.

2. Models in Mathematical Programming.

Choice of the objectives. Types of constraints. Sensitivity analysis and robustness.

3. Networks Models.

Optimal path, transportation or assignment, Flows, production planning, investment, facility location, traveling salesman or route optimization.

4. Systems graphical modeling.

Basic concepts of systems and processes. Examples of representation formalisms.

Activity networks. Activity cycle diagrams and state-transition diagrams. State-space formulations.

5. Seminars on different types of methodology, e.g., iterative search, simulation, constructive methods in scheduling, multicriteria analysis, or dynamic programming.

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

Os conteúdos programáticos permitem ao aluno ficar, na fase inicial do curso, com uma ideia global, suficientemente abrangente, das várias abordagens metodológicas da I.O., quer através de conceitos teóricos gerais, quer através de exemplos de aplicação concretos.

O regime tutorial das primeiras partes do Programa é acompanhado pela aplicação prática dos conceitos a problemas mais simples. O regime de seminário da parte final do Programa permite a apresentação e discussão de metodologias específicas bastante comuns, aplicadas a problemas mais realistas, ou mesmo reais (estudo de casos).

Desta forma, é possível garantir que o aluno obtém um nível adequado de conhecimento geral da metodologia de I.O., independentemente do seu percurso académico prévio ou posterior.

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

The syllabus enables the student to get, at the beginning of the Master course, a global and reasonably wide grasp of the different methodological approaches within O.R., both through general theoretical concepts and through specific application examples.

The first parts of the syllabus follow the usual tutorial mode, with practical applications of the theoretical concepts to simpler types of problems. The seminar mode adopted for the latter part of this curricular unit allows the presentation and discussion of specific and very common methodologies, applied to more realistic, or even real problems (case studies).

In this way, it is possible to assure that a student obtains an adequate level of general knowledge about O.R. methodology, irrespectively of his/her academic background or of subsequent curriculum choices.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, teórico-práticas e seminários.

Aplicação das noções dadas nas aulas teóricas.

Ilustração das várias situações discutidas nas aulas teóricas com exemplos práticos.

Formulação, resolução e análise de diversos tipos de problemas.

Utilização do software para a resolução computacional dos exercícios.

Trabalhos e Exame final escrito. Eventual Exame oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, seminars, tutorial and lab.

Exemplification and application of the subjects discussed in the theoretical lessons.

Formulation, solving and analysis of several types of problems.

Use of available software for solving the exercises.

Home assignments and final written examination with possible oral examination.

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

O regime tutorial das primeiras partes do Programa é acompanhado pela aplicação prática dos conceitos a problemas mais simples, susceptíveis de avaliação em exame escrito. O regime de seminário da parte final do Programa permite a apresentação e discussão de metodologias específicas bastante comuns, aplicadas a problemas mais realistas, ou mesmo reais, dando oportunidade à realização de trabalhos de análise de artigos científicos ou de estudo de casos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The first parts of the syllabus follow the usual tutorial mode, with practical applications of the theoretical concepts to simpler types of problems, adequate for written exam assessment. The seminar mode adopted for the latter part of this curricular unit allows the presentation and discussion of specific and very common methodologies, applied to more realistic, or even real problems, enabling the proposal of home assignments for the analysis of scientific papers, or of case studies.

3.3.9. Bibliografia principal:

FS Hillier, GJ Lieberman, *Introduction to Operations Research*, 9th ed., McGraw-Hill Publishing Company, New York, 2010.
S Bradley, A Hax, T Magnanti, *Applied Mathematical Programming*, Addison-Wesley Publ. Company, Reading, Massachusetts, 1977.
MS Bazaraa, JJ Jarvis, HD Sherali, *Linear Programming and Network Flows*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 1990.
A Ravindran, DT Phillips, J Solberg, *Operations Research: Principles and Practice*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 1987.

Anexo IV - Técnicas de Investigação Operacional

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas de Investigação Operacional

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Luis Eduardo Neves Gouveia

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

*Pretende-se habilitar os alunos com conhecimentos metodológicos e técnicos que lhes permitam utilizar da forma mais adequada as técnicas de Programação Linear e de Optimização em Redes.
Dar a conhecer aos alunos uma série de problemas que aparecem na intersecção entre a teoria dos grafos e os ditos "problemas de programação inteira em redes". Aplicações reais e técnicas de resolução são postas em evidência.
Aprender a escolher a melhor forma para abordar uma situação.*

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

*The objective of this course is to give the students the methodological and technical skills to make them able to correctly use Linear Programming and Network Optimization Techniques.
Introduce to the students several problems, which are related with graph theory as well as "integer programming in networks". Real world applications as well as solution techniques will be given for each problem.
Learn to do a correct and complete interpretation of the results.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução
Propriedades Fundamentais dos Problemas de Programação Linear
Algoritmo do Simplex e variantes
Dualidade. Interpretação Económica e Complementaridade
Algoritmo Dual do Simplex e Algoritmo Primal-Dual
Pós-optimização
Problemas de Transporte, de 'Transshipment' e de Afecção
Problemas Lineares de Grandes Dimensões: Métodos de Decomposição
Problema de Caminho Óptimo. Revisões. Extensões e Variantes.
Árvore de Suporte de Custo Mínimo. Revisões. Extensões e Variantes.
Problema do Fluxo Máximo. Revisões. Extensões e Variantes.
Problema do Fluxo de Custo Mínimo. Variantes e Algoritmos.
Emparelhamento de cardinalidade máxima. Algoritmo.
Algoritmo Primal-Dual dos Transportes.
Simplex em Redes.*

3.3.5. Syllabus:

*Introduction.
Fundamental Properties of Linear Programming.
Simplex algorithm and its variants.
Duality. Economic Interpretation and Complementary Slackness.
Dual Method and Primal-Dual Method.
Postoptimal Analysis.
Transportation, Transshipment and Assignment Problems.
Large Scale Linear Problems: Decomposition Methods.
Optimal Paths. Extensions and variants.
Minimum Spanning Trees. Extensions and variants.
Maximum Flow. Extensions and variants.
Minimum Cost Flow. Variants and Algorithms.
Maximum cardinality Matchings. Algorithm.
Primal-Dual Transportation Algorithm.*

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

O objectivo da cadeira é permitir aos alunos adquirir conhecimentos metodológicos e técnicos que lhes permitam utilizar da forma mais adequada as técnicas de Programação Linear e de Optimização em Redes.

Isto é conseguido com a introdução ou revisão de vários problemas que podem ser formulados em Programação Linear e/ou Optimização em Redes, e de técnicas para os resolver. Em particular faz-se uma distinção entre problemas que podem ser resolvidos com técnicas já ensinadas e problemas, para os quais vai ser necessário idealizar novas técnicas.

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

The objective of this course is to give the students the methodological and technical skills to make them able to correctly use Linear Programming and Network Optimization Techniques.

This can be accomplished by introducing or revising problems that can be formulated as a Linear Program and/or by Network Flows, and by showing techniques to solve them. In particular, we will distinguish between problems that can be solved by techniques that are already known in the course with problems that need something else, namely the extension of known techniques or the teaching of new ones.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas

Aplicação das noções dadas nas aulas teóricas.

Ilustração das várias situações discutidas nas aulas teóricas com exemplos práticos.

Formulação, resolução e análise de diversos tipos de problemas de Programação Linear e Optimização em Redes.

Utilização do software disponível para a resolução computacional dos exercícios propostos.

Trabalhos práticos e mini exames. Exame final escrito e eventual Exame oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures, tutorial and lab.

Exemplification and application of the subjects discussed in the theoretical lessons.

Formulation, resolution and analysis of several types of problems.

Use of available software for solving the set of instances studied.

Practical works and mini exams. Final written examination with possible oral examination.

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

O ensino inclui a introdução de vários problemas e de técnicas para os resolver. Para cada caso, comparam-se as técnicas estudadas para os resolver para assim se conseguir avaliar as vantagens e desvantagens das mesmas.

Em certos casos, o estudo é complementado com a utilização de softwares apropriados e/ou a implementação de algoritmos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching includes the presentation of several problems together with different techniques for solving them. For each case, we compare the different techniques used to solve it in order to illustrate its advantages and disadvantages.

In some cases, the study is complemented with the use of available software or the implementation and empirical testing of the technique.

3.3.9. Bibliografia principal:

MS Bazaraa, JJ Jarvis, HD Sherali, Linear Programming and Network Flows, J. Wiley & Sons,, 1990

S Bradley, A Hax, T Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publ. Company, 1977

L Cooper, D Steinberg, Methods and Applications of Linear Programming, W.B. Sanders Company, 1974

G Zoutendijk, Mathematical Programming Methods, North-Holland, Amsterdam, 1976

A Ravindran, DT Phillips, J Solberg, Operations Research: Principles and Practice, J. Wiley & Sons, 1987

ME Captivo, L Gouveia e A Paias, Folhas de Apoio de Optimização em Redes.

W Cook, W Cunningham, W Pulleyblank and A Schrijver, Combinatorial Optimization, Capítulos 2, 3, 4 e 5.

RK Ahuja, TL Magnanti & JB Orlin, Network Flows, Prentice-Hall, Inc.,1993

M Gondran & M Minoux, Graphs and Algorithms, J. Wiley & Sons, 1984.

MM Syslo, N Deo & JS Kowalik (1983), Discrete Optimization Algorithms with Pascal Programs, Prentice-Hall Inc., 1983.

Anexo IV - Programação Inteira

3.3.1. Unidade curricular:

Programação Inteira

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Miguel Fragoso Constantino

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Aquisição de conhecimentos teóricos e capacidade de os aplicar. Especificamente, pretende-se que os alunos: i) sejam capazes de formular problemas em Programação Linear Inteira e Mista, e identificar estruturas especiais; ii) conheçam algumas das técnicas exactas e aproximadas mais usadas para resolver problemas de Programação Inteira, e sejam capazes de as utilizar.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Acquisition of theoretical knowledge and ability to apply it. Specifically, it is intended that students: i) be able to formulate problems as mixed integer linear programs, and identify special structures, ii) know some of the exact and approximate techniques commonly used to solve integer programming problems, and be able to use them.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

Definição do Problema de Programação Inteira e Mista.

Formulações: exemplos; condições lógicas; restrições disjuntivas; linearização. Software de modelação e de resolução.

Formulações alternativas.

2. Majorantes e minorantes. Limites primais - heurísticas. Limites duais - relaxações. Relaxação linear; relaxação lagrangeana.

3. Problemas com solução naturalmente inteira. Unimodularidade. Teorema de Hoffman-Kruskal. Caracterização de Matrizes totalmente unimodulares.

4. Algoritmos de enumeração. Algoritmos de Branch and Bound. Algoritmos de Programação Dinâmica.

5. Desigualdades válidas e planos de corte. Definições e exemplos. Algoritmo de Gomory. Desigualdades de Chvatal-Gomory.

Desigualdades fortes: problema de emparelhamento, problema de empacotamento (desigualdades "clique"), problema da mochila (desigualdades de cobertura).

6. Resolução de problemas de grande dimensão. Algoritmos de Branch and Cut. Algoritmos de Branch and Price.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction. Definition of (Mixed) Integer Linear Programming problems. Formulations. Examples. Alternative formulations. Software for modeling and solving.

2. Upper bounds and Lower bounds A brief reference to primal bounds. Dual bounds. Linear programming relaxation. Lagrangean Relaxation.

3. Problems with integer LP relaxation. Unimodularity. Characterization. The case of Network Flow problems.

4. Enumeration Algorithms. Branch-and-bound. Dynamic Programming.

5. Valid Inequalities and cutting planes. Gomory's cutting plane algorithm. Chvatal-Gomory Cuts. Chvatal-Gomory Inequalities. Strong inequalities. Strong cutting planes

6. Large scale MILP. Branch and Cut. Branch and Price.

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

Os objectivos da unidade curricular consistem na aquisição dos conhecimentos e capacidade de aplicação dos conteúdos programáticos

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

The objectives of the curricular unit are the acquisition of knowledge and implementation capacity of the topics in the syllabus

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas, trabalho a desenvolver pelos alunos. Avaliação: exame final, trabalhos.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and practical work done by students. Evaluation: final exam, assignments

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

As aulas teóricas são coerentes com o objectivo de aquisição de conhecimentos teóricos (formulação de problemas em Programação Linear Inteira e Mista; estruturas especiais; conhecimento de algumas das técnicas exactas e aproximadas mais usadas para resolver problemas de Programação Inteira).

As aulas teórico-práticas são coerentes com o objectivo de aquisição de conhecimentos teóricos, bem como da sua aplicação.

Nestas aulas os alunos são apoiados na aplicação dos conhecimentos teóricos (formulação de problemas em Programação Linear Inteira e Mista; aplicação de algumas das técnicas exactas e aproximadas mais usadas para resolver problemas de Programação Inteira):

O trabalho é coerente com o objectivo de aplicação dos conhecimentos (formulação de problemas em Programação Linear Inteira e Mista, utilização de técnicas exactas e aproximadas para resolver problemas de Programação Inteira)

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The lectures are consistent with the purpose of acquiring theoretical knowledge (formulation of problems as Mixed Integer Linear Programs, knowledge of some exact and approximate techniques commonly used to solve Integer Programming). To be able to formulate problems as mixed integer linear programs, and identify special structures, ii) know some of the exact and approximate techniques.

The practical classes are consistent with the purpose of learning theory and applying it. In these classes students are asked to do exercises to apply the acquired theoretical knowledge (formulation of problems and Mixed Integer Linear Programming, application of some exact and approximate techniques commonly used to solve Integer Programming).

The practical work is consistent with the objective of application of knowledge (formulation of problems and Mixed Integer Linear Programming, use of exact and approximate techniques to solve Integer Programming).

3.3.9. Bibliografia principal:

Integer Programming, Laurence A. Wolsey, Ed. Wiley-Interscience, 1998

Theory of Linear and Integer Programming, Alexander Schrijver, Ed. Wiley 1986

Integer and Combinatorial Optimization, George L. Nemhauser and Laurence A. Wolsey, Ed. Wiley-Interscience, 1988

Anexo IV - Probabilidade

3.3.1. Unidade curricular:

Probabilidade

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Helena Maria Iglésias Pereira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Fernando José de Araújo Correia da Ponte Sequeira

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Esta disciplina é de nível intermédio e pretende-se que os alunos compreendam os conceitos fundamentais de Teoria da Probabilidade já com razoável rigor e que sejam capazes de utilizar as ferramentas do cálculo de probabilidades com perfeito à vontade.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

This is a discipline of intermediate level. The purpose is that the students understand the fundamental concepts of Probability Theory with some rigor and also that they are able to use the calculus of probability at ease.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Revisão das principais distribuições univariadas. Momentos e desigualdades com momentos. Função geradora de momentos, função característica e suas propriedades. Vectores aleatórios: definição; f.d. conjunta e suas propriedades, distribuições marginais, distribuições condicionais. Variáveis aleatórias independentes. Funções de vectores aleatórios. Estatísticas ordinais. Esperança condicional: definição e propriedades. Estudo de algumas distribuições multivariadas: normal bivariada e multivariada. Limites de sucessões de variáveis aleatórias. Convergências: em distribuição, em probabilidade. Propriedades. Lei dos grandes números e Teorema Limite Central.

3.3.5. Syllabus:

Overview of some special univariate distributions. Moments and Generating Functions. Moment Inequalities. Multiple Random Variables. Independent Random Variables, Functions of several Random Variables. Moments, Conditional Expectation, Order Statistics and their distributions. Bivariate and Multivariate Normal Distributions. Limit Theorems: modes of convergence, Law of Large Numbers and Central Limit Theorem.

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

O programa está de acordo com o carácter estruturante desta disciplina e com o propósito de dar as ferramentas de cálculo de Probabilidade para as restantes unidades curriculares do mestrado, e portanto, está em consonância com os objectivos que foram definidos.

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

The syllabus is consistent with the objectives of the unit, that is, to give the fundamental concepts of the theory of Probability and the support to other units of the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição da matéria teórica intercalada com resolução de problemas. Procura-se sobretudo que os conceitos sejam trabalhados através da resolução de problemas. Incorporam-se algumas demonstrações de resultados nos exercícios a resolver na aula. A avaliação consiste num exame escrito, poderá eventualmente haver ainda uma prova oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical results are presented and then some problems are solved to illustrate the theory. When convenient students are encouraged to do some proofs as exercises. Evaluation is done by a written examination, complemented when necessary, by an oral examination.

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

A metodologia seguida, exposição de matéria teórica complementada com a apresentação de exemplos e resolução de exercícios visa dar a formação teórica e a prática de cálculo que são os objectivos desta unidade curricular.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methodology is in accordance with the objectives defined, that is, to give the theoretical foundations and the skill of calculus.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Cacoullus, T. – Exercises in Probability, Springer-Verlag New York Inc., 1989.
DeGroot, M. – Probability and Statistics, Addison-Wesley, 1989.
Pestana D., Velosa – Introdução à Probabilidade e à Estatística (Vol. I), 2ª edição Fundação Calouste Gulbenkian, 2006.
Rohatgi, V.K.- An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics, J. Wiley, 1976.
Rohatgi V.K, and Ehsanes Saleh.A. K. Md. – An Introduction to Probability and Statistics, 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, 2001.
Wackerly, D.D., Mendenhall, W. and Scheaffer, R.L. – Mathematical Statistics with Applications, 6th ed., Duxbury, Pacific Grove,*

Anexo IV - Modelação e Optimização Estocástica

3.3.1. Unidade curricular:

Modelação e Optimização Estocástica

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Francisco Saldanha da Gama

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Kamil Feridun Turkman

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Introdução de diversos modelos estocásticos e de optimização estocástica com um elevado espectro de aplicabilidade ou que podem ser utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento de modelos mais complexos e adequados aos problemas que surgem na prática. Com esta disciplina, o aluno deverá ser capaz de identificar as situações práticas que suscitam a utilização dos modelos estudados e devem ser capazes de utilizar algumas técnicas elementares para o manuseamento desses modelos.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Introduction of several applied stochastic optimization models or models that can be used as a starting point for more comprehensive models suggested by real world problems. This discipline should give to the students the necessary skills for identifying in practice the studied models and also to provide the students with elementary methodological skills for dealing with such models.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Revisão de Cadeias de Markov. Breve introdução aos processos de contagem Alguns exemplos de sistemas de filas de espera. Introdução aos processos de Markov.*
- 2.Modelação com cadeias de Markov, Cadeias de Markov escondidas, Métodos de Monte Carlo via cadeias de Markov.*
- 3.Introdução à decisão estatística, conceitos fundamentais, Decisão estatística como um jogo contra a natureza, Regras de decisão óptimas.*
- 4. Teoria da Decisão
Tomada de decisão com e sem experimentação, árvores e decisão, teoria da utilidade.*
- 5. Processos de decisão Markovianos
Modelação, medidas de performance, programação linear e políticas óptimas, algoritmo para determinação de políticas óptimas.*
- 6. Programação Estocástica
Aspectos de modelação, vantagens na utilização de um modelo de programação estocástica, problemas lineares com um, dois e múltiplos níveis de decisão, problemas com restrições probabilísticas.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Revision of Markov Chains. An introduction to counting processes. Some examples of queueing systems. Introduction to Markov processes.*
- 2. Modeling with Markov chains: Hidden Markov chain, Markov chain Monte Carlo methods.*
- 3. Introduction to statistical decision. Basic concepts, optimal decision rules.*
- 4. Decision theory
Decision with and without experimentation, decision trees, utility theory.*
- 5. Markov decision processes
Modeling, performance measures, Linear programming and optimal policies, algorithms for determining optimal policies*
- 6. Stochastic programming
Modeling aspects, advantages of using stochastic programming, single-stage stochastic programming, two-stage stochastic programming problems, probabilistic constraints.*

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

O objectivo fundamental desta disciplina é o de transmitir aos alunos diversos métodos e ferramentas apropriados à tomada de decisão sob incerteza e, também, o de mostrar a interligação que existe entre as duas áreas envolvidas neste curso: estatística e Investigação operacional. Duas ferramentas cruciais para alcançar estes objectivos são a teoria da decisão e a programação estocástica as quais são introduzidas nos capítulos 3, 4 5 e 6. As cadeias de Markov constituem um tema que é parte integrante destas ferramentas e são um pré-requisito fundamental para a compreensão de modelos e métodos mais complexos transmitidos nestes capítulos. Alunos provenientes de cursos de matemática aplicada com uma componente razoável de probabilidade poderão estar já familiarizados com cadeias de Markov. Contudo, este conhecimento não constitui um pré-requisito para esta disciplina. Assim, justifica-se que no capítulo 1 seja introduzido um conhecimento mínimo sobre cadeias de Markov em tempo discreto e em tempo contínuo. Teoria das filas de espera é uma das ferramentas mais utilizadas na modelação de sistemas estocásticos. Após a introdução das cadeias de Markov é possível, com um esforço reduzido, introduzir conceitos nesse tema pelo que o mesmo foi incluído no conteúdo da disciplina. Adicionalmente, uma boa aplicação dos processos de decisão markovianos (abordados no capítulo 4) ocorre precisamente em certos sistemas de filas de espera.

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

The fundamental objective of this discipline is to give mathematical methods and tools for decision under uncertainty, and to highlight the connectivity of two fundamental areas of this MSc programme, namely Statistics and Operational Research. Two important mathematical tools that are crucial in achieving these objectives are decision theory and stochastic programming which are given in chapters 3, 4 5 and 6. Markov chains are integral part of these tools and are prerequisite in understanding complex methods and models which are given in these chapters. Although some students coming from applied mathematics courses with a satisfactory knowledge in probability may be familiar with the notion of Markov chains, this knowledge is not required as prerequisite

for this MSc programme and therefore, a basic fundamental introduction to Markov chains in discrete and continuous time will be given in chapter 1. Queuing theory arguably is a most commonly used tool in modeling stochastic systems and can be given with little extra cost upon introducing Markov chains. Hence it is included in this syllabus. Moreover, a good application for Markov decision processes (chapter 4) is exactly in some queuing systems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino serão adaptadas à tecnologia existente. A plataforma Moodle será usada na sua máxima extensão não só como meio privilegiado de comunicação com os alunos mas também como meio de avaliação. Os meios audiovisuais e computacionais disponíveis nos laboratórios do Departamento serão intensamente explorados. Isto permitirá, por exemplo, que a formação teórica transmitida aos alunos seja complementada com a utilização do computador na resolução de casos práticos. As metodologias de ensino serão adaptadas à tecnologia existente. A plataforma Moodle será usada na sua máxima extensão não só como meio privilegiado de comunicação com os alunos mas também como meio de avaliação. Os meios audiovisuais e computacionais disponíveis nos laboratórios do Departamento serão intensamente explorados. Isto permitirá, por exemplo, que a formação teórica transmitida aos alunos seja complementada com a utilização do computador na resolução de casos práticos.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methods will be adapted to the existing technologies. Platform Moodle will be used to its fullest extent in communication with, and for the evaluation of, the students. Audio-visual capacities of the departmental computer laboratories will be used to the fullest extent to solve problems in the class in an interactive manner using computer software.

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

De forma a salientar um dos objectivos da unidade curricular nomeadamente, a interdisciplinaridade entre Estatística e Investigação Operacional, as aulas serão dadas pois dois experientes docentes provenientes desses dois campos. A bibliografia foi escolhida de forma a dar aos estudantes alternativas de estudo consoante as suas proveniências e o seu background. Apesar de nestas áreas os avanços teóricos nos últimos tempos não terem sido substanciais, tem havido desenvolvimentos impressionantes de um ponto de vista computacional nomeadamente em termos de software e mais concretamente, da plataforma R e de inúmeros pacotes disponíveis para os temas leccionados nesta disciplina. Este facto permitirá que esta disciplina seja muito voltada para a prática com a resolução de problemas utilizando software mas sem comprometer a sofisticação matemática que os temas abordados requerem.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

In order to highlight the curricular unit objective, namely the interdisciplinarity between Statistics and Operational Research, the lectures will be given by two experienced lecturers coming from the fields of statistics and operational research. Bibliography is specifically chosen to give students good alternatives to suit their background knowledge. Although from a theoretical point of view, there have been modest advances in the theory of the proposed subjects, there has been great advances in their application in recent years, due to the free software R and innumerable packages freely available for the subjects of this course. This availability will permit this discipline to be practical-oriented, solving problems with the aid of computing power, without compromising the mathematical sophistication it deserves.

3.3.9. Bibliografia principal:

S.I. Resnick (1992) *Adventures in Stochastic Processes*. Birkhauser

E. Parzen (1962) *Stochastic Processes*. Holden-Day.

F. S. Hillier and G. J. Lieberman (2010) *Introduction to Operations Research*, McGraw-Hill, 9th Edition.

J. Birge and F. Louveaux (1997) *Introduction to Stochastic Programming*, Springer

H.J. Tijms (2003) *A first course in Stochastic models*. Wiley.

Anexo IV - Estatística Computacional e Simulação

3.3.1. Unidade curricular:

Estatística Computacional e Simulação

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Antónia Amaral Turkman

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Valeska Lima Andreozzi Félix

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Os objectivos essenciais da cadeira são a aquisição de conhecimentos na área de Estatística Computacional. Numa primeira parte proceder-se-á ao desenvolvimento de algoritmos para utilização de algumas técnicas estatísticas conhecidas e avançar-se-á com o estudo e a importância computacional da metodologia Jackknife. A ênfase fundamental da cadeira será contudo colocada no Método de Monte-Carlo, em métodos de simulação estática e dinâmica e nos aspectos computacionais da metodologia bootstrap.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The main objectives of this course are the acquisition of know-how in the area of Computational Statistics. In a first place, we shall proceed to the development of efficient algorithms for the correct use of some well-known statistical techniques and we shall refer the computational importance of the Jackknife methodology. We shall however give a special emphasis to the Monte-Carlo methodology and simulation techniques, either static or dynamic, as well as to the computational importance of the bootstrap

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. O Computador em Estatística. Análise Descritiva de Dados; Estimação Não-Paramétrica de Densidades; Aspectos Estatísticos da Simulação; Modelação de Dados Univariados; Métodos Gráficos de Ajustamento; Estimativas de Máxima Verosimilhança, Tratamento Computacional; Metodologia Jackknife para Redução de Viés; Testes de Ajustamento.
2. Método de Monte-Carlo e Simulação. Geração de Números Aleatórios e Números Pseudo Aleatórios (NPA's) Uniformes; Geração de NPA's com Distribuição Não-Uniforme; Modelos de Simulação e Exemplos; Análise Estatística do "Output"; Técnicas de Redução de Variância; A Metodologia Bootstrap.

3.3.5. Syllabus:

1. *The Computer in Statistics. Exploratory Data Analysis; Non-parametric Density Estimation; Simulation and Statistics; Graphical Fitting Methods; Computational Approaches to Maximum Likelihood; The Jackknife Methodology and Bias Reduction; Goodness-of-fit tests.*
2. *Monte-Carlo Methodology and Simulation. Random and Pseudo-Random Number Generation; Simulation Models; Output Statistical Analysis in Monte-Carlo Simulation; Variance Reduction Techniques; The Bootstrap Methodology.*

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

Nas últimas décadas houve um desenvolvimento muito grande da Estatística, com aparecimento de métodos cada vez mais sofisticados e complexos, graças ao enorme avanço dos desenvolvimentos computacionais; Muitos dos métodos estatísticos correntemente usados na prática são computacionalmente intensos, quer porque requerem um número muito elevado de cálculos numéricos ou de simulação, ou porque dependem da visualização de uma grande quantidade de dados. Embora haja uma grande manancial de pacotes para analisar estatisticamente dados e fazer inferências, não é esse o objectivo desta disciplina, mas sim o da aquisição de conhecimentos na área de Estatística Computacional. Sendo a Estatística computacional um instrumento de descoberta, espera-se que o aluno perceba que o papel do computador para o estatístico não se limita ao armazenamento de dados, execução de cálculos mais ou menos complicados, produção de gráficos, etc, mas que permite alternativamente sugerir teorias alternativas, modelos e ideias. Assim, o ponto 1 permite ao aluno ter um contacto directo com esse conceito do uso do computador como um meio de ir à descoberta e à apresentação de novas teorias quando necessário. A Estatística é uma Ciência experimental e para refutar ou aceitar teorias o estatístico recorre a métodos de simulação. A simulação está para o estatístico como as experiências em laboratório estão para os biólogos, físicos, químicos, etc. Assim, introduzem-se no ponto 2 os conceitos essenciais de simulação, e explica-se como os métodos de simulação são utilizados para fazer inferências e como podem ser um instrumento fundamental para o estatístico ir à descoberta. A simulação é, por outro lado, um meio excelente de desenvolver intuição estatística.

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

In the last decades there was an huge advance in statistics, with the appearance of more and more sophisticated and complex methods. This was basically due to the advances in computer technology. Most of the currently used statistical methods are computational intensive, either because they require a high number of numerical computations or simulations, or because they depend on the visualization on many data projections. Although there are available many software to handle statistical analysis of data, the objective of the discipline is not to analyze data using computers, but rather to introduce the idea that the computer is an aid to discovery in Statistics. Hence in point 1 of the proposed syllabus, allows the student to have a first contact with this idea of the use of the computer as a mean to understand problems, put questions and suggest new theories. Statistics is an experimental science and the statistician can use simulation methods to verify if his theories are or not acceptable. Simulation is for the statistician as an experiment in a laboratory is for a physicist, a biologist or a chemist. Hence in point 2 of the syllabus, the basic concepts of simulation methods are introduced and shown how they can be used as a fundamental tool for the statistician in his task of discovering. Simulation, on other hand is an excellent way to develop statistical intuition.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os resultados fundamentais são apresentados e exemplificados com detalhe nas aulas teóricas (duas aulas de cerca de 1h. por semana). Um ficheiro .pdf com parte desses resultados está acessível on-line. Um lote adequado de exercícios é entregue aos alunos, e colocado on-line, servindo as aulas teórico-práticas (uma aula de cerca de 1h. por semana) para discutir estratégias de resolução e extensões, apresentar soluções completas, e analisar as soluções dos alunos. Outro lote de exercícios serve de apoio à componente prática (uma aula de cerca de 1h, com a utilização de computadores e versando essencialmente a linguagem R). A componente de avaliação contínua é pontuada em 20%. Os projectos de avaliação (pelo menos 2) são pontuados em 40%. O exame final é usualmente pontuado em 40%. Consideraremos um regime especial para estudantes que não possam frequentar as aulas, em que o exame final é pontuado em 60% e não existe a componente de avaliação contínua.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (lasting approximately 1 hour, twice per week) present theoretical results, and chosen examples. A .pdf file with most of those results is accessible on-line. A collection of exercises is handed to the students, and placed on-line. Complete solutions, strategies and extensions are discussed with the students at the mixed tutorial/theoretical classes (lasting approximately 1 hour, once a week). Another collection of exercises is approached in tutorials, in a computer's room and essentially with the use of the R project (lasting approximately 1 hour, once a week). Continuous evaluation: 20%. Evaluation projects (at least 2) are worth 40%. Final exam: 40% (or 60%, for the students who cannot attend the tutorials: there is then no continuous evaluation).

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

Para compreender o alcance e poder da Estatística Computacional os alunos têm que ter contacto com questões que não podem ser resolvidas sem o auxílio do computador. Têm, por outro lado, entender como é que podem e devem utilizar o computador para colocar as questões, pôr vários cenários e estratégias para a sua solução e apresentar uma resolução completa. Estes modos de abordagem são introduzidos nas aulas teóricas de um modo interactivo, apresentando o problema e a sua possível implementação em computador. As aulas teórico-práticas servem para formular estas estratégias no papel e as aulas práticas para as implementar. O R é um software de livre acesso que tem uma linguagem de programação própria, permitindo ao estudante programar os seus modelos e fazer experiências de simulação. Além disso é uma das linguagens mais usadas em aplicações estatísticas e é ensinada em disciplinas anteriores, esperando-se pois que os alunos já se sintam à vontade nesse ambiente de trabalho para poderem ser criativos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

To understand the power of Statistical Computing the students have to face problems which cannot be solved without the help of the computer. They have as well to understand how they can use the computer to put questions, propose strategies and scenarios for the complete solution of the problem at hand. This way of approaching the problems is taught at the lectures in a semi-informal way, using interactively a verbal exposition and a tentative solution using the computer. In tutorials students will write discuss and propose strategies to solve questions which are put in front of them and in the class with computer laboratories they will implement them in the computer, writing the programs in R language. R is a programming language which allows the students to write their own functions to implement their models and to use simulation as an experiment. Besides, R is one of the most used languages for statistical applications and is previously taught in other disciplines. Hence the student should be at easy with the language and should be capable of being creative.

3.3.9. Bibliografia principal:

[1] Devroye, L. (1986). *Non-Uniform Random Variate Generation*. Springer-Verlag, New York (veja <http://cg.scs.carleton.ca/~luc/rnbookindex.html>).

[2] Fishman, G.S. (1973). *Concepts and Methods in Discrete Event Digital Simulation*. Wiley, New York.

[3] Gentle, J. (2002). *Elements of Computational Statistics*. Springer-Verlag, New York.

[4] Givens, G.H. & Hoeting, J.A. (2004). *Computational Statistics*. Wiley, New Jersey.

[5] Robert, C.P. & Casella, G. (2000). *Monte Carlo Statistical Methods*. Springer-Verlag, New York.

Anexo IV - Modelação de Acontecimentos Raros

3.3.1. Unidade curricular:

Modelação de Acontecimentos Raros

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Isabel Fraga Alves

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Luísa da Conceição Canto e Castro de Loura

Patrícia de Zea Bermudez

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

A Teoria de Valores Extremos (do inglês EVT) refere-se a uma área probabilista que fundamenta toda uma metodologia de inferência estatística dirigida a parâmetros de Acontecimentos Raros, abrangendo um leque de modelos matemáticos convenientes para descrever situações extremas. Uma característica interessante sobre a EVT é que permite inferência fora do alcance dos dados observados do processo que está a ser modelado. Assim, por exemplo, um período de retorno de 100 anos, ie, o nível que deverá ser ultrapassado em média uma vez em 100 anos, pode ser estimado a partir de 60 anos de dados observados.

Requisitos anteriores – Conhecimentos básicos de Probabilidade e Estatística.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Extreme Value Theory (EVT) refers to an area behind a whole probabilistic methodology of statistical inference directed for parameters of Rare Events, covering a range of convenient mathematical models to describe extreme situations. An interesting feature on the EVT is that it allows inferring beyond the range of the observed data from the process being modelled. So, for instance, , 100-year return levels, ie, the level expected to be exceeded on average once in 100 years, can be estimated from 60 years of observed data.

Previous knowledge - Basic concepts of probability and statistics.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Porquê TVE

Importância dos métodos TVE para modelação de acontecimentos raros, em contraste com valores centrais. Técnicas gráficas usadas na análise das caudas: QQ-plots, PP-plots e ME-plots. Dados univariados em ambiente, hidrologia, meteorologia, seguros, finanças e geofísica.

Perspectiva Probabilística

Distribuições exactas e limite das e.o centrais, extremas e intermédias; leis limite estáveis para máx e mín. Max-Domínios, condições na cauda e POT-Domínios. Distribuições Generalizadas de Valores Extremos e de Pareto. Índice de valores Extremos e peso de cauda. Caudas pesadas e Variação Regular.

Perspectiva Estatística

Perspectivas Paramétrica e Semi-Paramétrica de Inferência Estatística em Acontecimentos Raros. Escolha estatística de Modelos Extremas e de Max-Domínios. Metodologias MA, POT e PORT na inferência de Acontecimentos Raros: índice de VE, períodos de retorno, probabilidades de excedência e quantis extremas. Caudas pesadas e VaR com TVE. Casos de Estudo.

3.3.5. Syllabus:

1. Why EVT

Importance of EVT methods for rare events modelling, in contrast with central values. Graphics used in tail: QQ-plots, PP-plots and ME-plots. Examples of univariate data in environment, hydrology, meteorology, insurance, finance, geophysics.

2. Probabilistic Perspective

Exact and limit distributions for central, extremal and intermediate os; limit laws for Max and Min. Max-Domains, conditions on the tail and POT-Domains – Fisher-Tippett and Gnedenko and Pickands – Balkema & de Haan Theorems. Generalized Extreme value and Pareto Distributions. Extreme value index and tail weight. Heavy Tails and Regular Variation.

3. Statistical Perspective

Parametric and Semi-Parametric approaches for statistical inference of Rare Events. Statistical Choice of Extremal Models and Max-Domains. Methodologies AM, POT and PORT in inference of Rare Events: EV index, return periods, probability of exceedance and high quantiles. Heavy tails and VaR with EV methodologies. Case studies.

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da apresentação dos fundamentos da Teoria de Valores Extremos, diferentes abordagens paramétricas e semi-paramétricas para Inferência Estatística específica a esta área, tendo em vista o cálculo dos parâmetros associados aos Acontecimentos Raros.

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

The syllabus are consistent with the objectives of the curriculum unit, namely through the presentation of the foundations of Extreme Value Theory, different parametric and semi-parametric approaches for statistical inference specific to this field, aiming the determination of the parameters associated with Rare Events.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Slides, Apresentação de Case Studies e de pequenas Tarefas de Casa (TC)

Avaliação

Apresentação de Caso de Estudo (CE)

Pequenas Tarefas de Casa (TC)

Exame Final (EF)

Nota Final

NF=50% (CE+TC) + 50% (EF), com Nota mínima (CE)= 8; Nota mínima (EF)= 8

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Slides, Apresentação de Case Studies and Take-Home quizzes

Evaluation

Presentation of Case Study (CS)

Take-Home quizzes (TH)

Final Exam (FE)

Final Score

FS=50% (CS+TH) + 50% (FE), with Minimum Score (CS)= 8; Minimum Score (FE)= 8.

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da implementação de aulas teóricas, teórico-práticas, orientação tutorial e caso de estudo, dirigidos a um acompanhamento contínuo da disciplina que interliga cada capítulo de estudo com os previamente apresentados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

Teaching methodologies are consistent with the objectives of the curriculum unit, namely through the implementation of theoretical, practical and theoretical lessons, tutorial orientation and case study, targeting a continuous surveillance of discipline that links each chapter study with previously submitted.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. (*)Jan Beirlant, Yuri Goegebeur, Johan Segers and Jozef Teugels (2004). *Statistics of Extremes: Theory and Applications* (Wiley Series in Probability and Statistics).
2. (*)Enrique Castillo, Ali S. Hadi, N. Balakrishnan, and Jose M. Sarabia (2004). *Extreme Value and Related Models with Applications in Engineering and Science* (Wiley Series in Probability and Statistics).
3. Laurens De Haan, Ana Ferreira (2006). *Extreme Value Theory: An Introduction*. (Springer Series in Operations Research and Financial Engineering).
4. Michael Falk, Jürg Hüslér and Rolf-Dieter Reiss (2010). *Laws of Small Numbers: Extremes and Rare Events*, 3 Edition. Springer Basel.
5. Paul Embrechts, Claudia Klüppelberg and Thomas Mikosch (2001). *Modelling Extremal Events: for Insurance and Finance* 3 Edition. (Stochastic Modelling and Applied Probability)
6. (*)Rolf-Dieter Reiss and Michael Thomas (2007). *Statistical Analysis of Extreme Values: with Applications to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields*.

Anexo IV - Metodologias da Estatística

3.3.1. Unidade curricular:

Metodologias da Estatística

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Isabel Fraga Alves

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Cristina Simões Rocha

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

O objectivo desta cadeira é construir a estatística teórica a partir dos primeiros princípios da teoria de probabilidade. O desenvolvimento lógico, as ideias de provas, os temas, etc., desenvolvem-se por argumentos estatísticos. Assim, começando dos fundamentos da probabilidade, desenvolvemos a teoria da inferência estatística que usa técnicas, definições, e conceitos que são estatísticos e são extensões naturais e consequências de conceitos anteriores.
Requisitos anteriores – Conhecimentos básicos de Probabilidade e Estatística.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The purpose of this subject is to build theoretical statistics from the first principles of probability theory. Logical development, proofs ideas, themes, etc., evolve through statistical arguments. Thus, starting from the basics of probability, we develop the

theory of statistical inference using techniques, definitions, and concepts that are statistical and are natural extensions and consequences of previous concepts.

Previous knowledge - Basic concepts of probability and statistics.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Revisão

Amostras aleatórias. Famílias localização/escala e exponenciais. Normal, t-Student. Estatísticas ordinais. Modelos discretos e Contínuos.

2.Princípios e Estimação Pontual

Suficiência; Crit. factorização; suficiência/ancilaridade e completude. Princ. da Verosimilhança. Estimação MM e MLE e Bayes. MSE, centragem, UMVU; dês. Cramér-Rao; Eficiência Relativa; informação de Fisher; Teoremas Rao-Blackwell e Lehmann-Scheffé. Consistência, eficiência e normalidade assintótica dos MLE; Eficiência Relativa Assintótica. Método delta. Álgebra dos O, o, Op e op.

3.Testes de Hipóteses e Estimação Intervalar

Testes LR. Erros de tipo I e II; Potência, tamanho e nível de teste; Testes Centrados; Lema Neyman-Pearson; testes UMP; famílias MLR. Teo Karlin-Rubin. Estimação intervalar e testes de hipóteses; probabilidade de cobertura; grau de confiança. Variáveis pivot. LRT assintóticos; teste consistente; teste score; intervalos de confiança assintóticos baseados nas estatísticas score e LR.

3.3.5. Syllabus:

1.Review

Random samples. Location/scale families and Exponential families. Normal, Student t-. Order Statistics. Discrete and Continuous models.

2.Principles of Data Reduction and Estimation

Sufficiency; Factorizing Criterion; Sufficiency/ancillary and completeness relations. Likelihood Principle. Estimation MM, MLE and Bayes. Unbiased estimators, MSE, UMVUE; Cramér-Rao lower bound; Relative Efficiency; Fisher information; The Rao-Blackwell and Lehmann-Scheffé. Consistency, efficiency and asymptotic normality of MLE; Asymptotic relative efficiency ARE. Delta Method.

3.Testing Hypotheses and Confidence Intervals

LRT. Errors of type I and type II; Power, Size and level of a test; Unbiased Tests; Lemma Neyman-Pearson; UMP tests; MLR families. The Karlin-Rubin. Confidence Intervals and hypothesis testing; coverage probability and confidence level. Pivot Variables. Asymptotic LRT; consistent tests; score test; asymptotic confidence intervals based on score statistics and LR.

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da apresentação dos Fundamentos da Estatística, tendo em vista a preparação estrutural para todos os outros cursos do Mestrado.

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

The syllabus are consistent with the objectives of the curriculum unit, through the presentation of the foundations of Statistics, aiming to a structural preparation for all other courses of the master.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Slides and Take-Home quizzes

Avaliação

Exame Final (EF)

Final Score=100%(EF)

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Slides and Take-Home quizzes

Evaluation

Final Exam (FE)

Final Score=100%(FE)

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da implementação de aulas teóricas, teórico-práticas e orientação tutorial dirigidas a um acompanhamento contínuo da disciplina que interliga cada capítulo de estudo com os previamente apresentados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

Teaching methodologies are consistent with the objectives of the curriculum unit, namely through the implementation of theoretical, practical and theoretical lessons, tutorial orientation targeting a continuous surveillance of discipline that links each chapter study with previously submitted.

3.3.9. Bibliografia principal:

1.() Casella, G e Berger, R.L. (1990/2002). Statistical Inference. 1ªed/2ªed. Duxbury Press.*

2.DeGroot, M.H. (1989). Probability and Statistics. 2a ed. Addison-Wesley.

3.Fraga Alves, M.I., Gomes, M.I. e Sousa, L. (2007). Fundamentos e Metodologias da Estatística. Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa.

4.Mood, A.M., Graybill, F.A. e Boes, D.C. (1974). Introduction to the Theory of Statistics. MacGraw-Hill.

5.Pestana, D. e Velosa, S. (2002). Introdução à Probabilidade e à Estatística. Fund. Calouste Gulbenkian, Lisboa.

*6.(*Rohatgi, V.K. e Saleh, A.K. (2001). An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics. J. Wiley & Sons.*

7.Silvey, S.D. (1975). Statistical Inference. Chapman and Hall, London.

8.Wackerly, D.D., Mendenhall, W. e Scheaffer, R.L. (1996). Mathematical Statistics with Applications. 5ª ed. Duxbury, Belmont.

() – Manual Recomendado / Recommended Bibliography*

3.3.1. Unidade curricular:

Modelos Estatísticos

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Salomé Esteves Cabral

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Valeska de Lima Andreozzi Félix

João José Ferreira Gomes

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Pretende-se habilitar os estudantes a saber usar os vários modelos de regressão para analisar dados de natureza variada. O aluno deve ser capaz de utilizar software adequado (em particular o R) para modelar e interpretar correctamente os resultados obtidos. Pretende-se também complementar conhecimentos obtidos noutras disciplinas.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Upon completion of this course, the students must have the ability to build the appropriate models for different study designs. They should be able to choose, apply, and interact with statistical software (in particular R) for the several models. The several subjects will be discussed, using real data.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1 – Modelos de Regressão Linear

Revisão de conhecimentos sobre modelo de regressão linear; análise de variância como caso especial do modelo de regressão linear; métodos de selecção de variáveis e de diagnóstico do modelo.

Módulo 2 – Modelos Lineares Generalizados

Definição de um modelo linear generalizado; modelos para respostas contínuas; modelos para respostas binárias, modelos para respostas ordinais e modelos para contagens; sobredispersão; inferência nos MLG, selecção de variáveis e métodos de diagnóstico; aplicações

Módulo 3 – Extensões dos Modelos Lineares Generalizados

Necessidade da extensão dos MLG para contemplar heterogeneidade, dependência, medições repetidas; não linearidade.

Modelos de efeitos aleatórios – inferência e predição;

Medições repetidas e modelos de dados longitudinais; respostas múltiplas e modelos multinível

Modelos de efeitos mistos para dados não normais; modelos lineares generalizados mistos; modelos aditivos.

3.3.5. Syllabus:

I Linear Regression Models

Revision of the linear regression model; analysis of variance as a special case; selection of variables and model adequacy.

II Generalized Linear Models

Definition of a GLM; models for continuous response; models for binary response, models for ordinal response and models for counts; over dispersion; variable selection and model adequacy.

III Extension of the GLM

The need for the extension; heterogeneity, dependence, repeated measures and nonlinearity.

Random effects models

Repeated measures and longitudinal data; multiple responses

Mixed effect models for non-normal responses; generalized linear mixed models;

Additive models

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

A estruturação do programa em 3 módulos: Modelos de Regressão Linear, Modelos Lineares Generalizados e Extensões dos Modelos Lineares Generalizados, permite aos alunos complementarem conhecimentos obtidos noutras disciplinas e adquirir, de forma progressiva e gradual, os saberes necessários para usarem os vários modelos de regressão na análise de dados de natureza variada.

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

The division of the program in 3 parts: Linear Regression Models, Generalized Linear Models and Extension of the GLM, allows the student to consolidate the knowledge as well as the acquisition of new methodologies to be used in the analysis of different kinds of data.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

São apresentados conceitos fundamentais de modelação, selecção de modelos e sua adequabilidade de um modo geral; do ponto de vista prático dá-se relevo à escolha adequada do modelo e à sua interpretação.

A metodologia de ensino baseia-se na exposição e explicação do tema da aula seguido de aplicação prática usando, de preferência, o programa R.

Exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Basic concepts of modelling, selection and adequacy are introduced with detail;

There will be a combination of lectures, demonstrations and hands-on computer practical sessions. The R package is used.

Final exam.

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

A exposição dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas reais com recurso ao programa R criam uma

interacção entre teoria e prática que permitem estabelecer as pontes entre as duas, solidificando os conhecimentos e ao mesmo tempo dando a capacidade de identificação dos modelos para analisarem dados de natureza variada.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The combination of lectures, demonstrations and hands-on computer practical sessions, using the R package, allows a comprehensive approach of theory and practical problems leading to an understanding of the relation between them and the ability of analyse real data.

3.3.9. Bibliografia principal:

Faraway, J. J. (2006) Extending the Linear Model with R; Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models. Chapman & Hall.
Weisberg, S. (2005). Applied Linear Regression. Wiley Series in Probability and Statistics
Fox, J (2008). Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models. Sage Publications.
Wood, S (2006) Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science
Pinheiro, JC and Bates, D M. (2000) Mixed Effects Models in S and S-plus, Springer Series in Statistics and Computing, New York: Springer Verlag.
Geert Molenberghs, Geert Verbeke, (2005). Models for Discrete Longitudinal Data (Springer Series in Statistics) . Springer

Anexo IV - Séries Temporais

3.3.1. Unidade curricular:

Séries Temporais

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Kamil Feridun Turkman

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Maria Fernanda Fernandes de Oliveira

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

A análise de séries temporais é uma ferramenta estatística importante para a modelação de dados temporalmente dependentes. As aplicações são abundantes nas ciências do ambiente e economia. Consequentemente, esta disciplina é fundamental para a formação dos alunos do Mestrado em Estatística e Investigação operacional. Os objectivos desta disciplina são: dar os conhecimentos teóricos fundamentais na modelação de séries de dados temporalmente dependentes e fornecer as bases necessárias para os alunos conseguirem modelar na prática dados reais. O software utilizado é ITSM; no fim do curso os estudantes devem ter adquirido os fundamentos de uma análise de séries temporais e serem capazes, na prática, de modelar e analisar dados dessa natureza.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Time series analysis is an important statistical tool for modelling serially dependent data. The applications are abundant in environmental and economical sciences. Therefore, this course is fundamental for the MSc in Statistics and Operational research. The objectives of this discipline is twofold: Give basic theoretical fundamentals of modelling serially dependent data and give sufficient experience in practical modelling of real data sets. The practical data analysis is carried by using the specific software ITSM At the end of the course students should learn fundamentals of time series and be able to model data sets using linear models.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Estrutura probabilística de séries temporais; distribuições de dimensão finita, momentos de 2ª ordem e estacionaridade*
- 2) Modelos lineares; modelos estacionários ARMA, modelos ARIMA não estacionários e modelos SARIMA*
- 3) Modelação de séries temporais; identificação, estimação e diagnóstico*
- 4) Predição; os melhores preditores lineares; métodos ARAR e Holt-Winters*
- 5) Análise Espectral; análise de Fourier para funções determinísticas; espectro de modelos lineares; estimação do espectro.*

3.3.5. Syllabus:

- 1) Probability structure of time series; Finite dimensional distributions, second order moments stationarity*
- 2) Linear time series models; Stationary ARMA models, nonstationary ARIMA and SARIMA models*
- 3) Modeling time series; Identification, Estimation Diagnostic*
- 4) Prediction; Best linear predictors; ARAR and Holt-Winters methods*
- 5) Spectral analysis; Fourier analysis for deterministic functions; Spectrum of linear models; Estimation of spectrum*

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

O objectivo da unidade curricular é de introduzir conceitos teóricos e práticos na modelação de séries temporais. Dado que uma série temporal pode ser vista como uma trajectória de um processo estocástico, há fazer uma breve introdução aos processos estocásticos, incluindo a sua estrutura. Representações lineares de processos estocásticos, modelos lineares, análise espectral são conceitos básicos e fundamentais de séries temporais e portanto devem ser incluídos nos programas de um mestrado na área de Estatística. Por outro lado, os aspectos práticos de modelação e previsão baseados nesses modelos são também uma parte integrante na disciplina de séries temporais. Consequentemente o programa da disciplina debruça-se sobre aspectos teóricos e práticos de séries temporais mantendo equilíbrio entre teoria e prática.

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

The curricular unit's objective is to give theoretical as well as practical aspects of time series. A time series can be seen as a sample path of a stochastic process and as such, a brief introduction to stochastic processes, including their probability structure

has to be thought. Linear representations for stochastic processes and linear models, as well as spectral analysis are basic and fundamental concepts for time series and hence must always be included in the syllabus of an MSC in the scientific area of statistics. On the other hand, the practical aspects of modeling and prediction based on these models are also an integral part of an course in time series. Therefore the syllabus contains the theoretical as well as practical aspects of time series, maintaining the balance between theory and practice.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A teoria e prática da modelação de dados reais têm pesos idênticos na leccionação da disciplina. Cada passo da metodologia é apresentado e ilustrado com o auxílio do software ITSM especificamente produzido por Brockwell and Davis, como parte dos seus livros que fazem parte da bibliografia. Os estudantes devem participar activamente usando os seus computadores. A avaliação é feita através de um exame final e um projecto que envolve a análise de dados reais escolhidos pelos estudantes, no seu domínio de interesse.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theory and practical modelling of real data sets have equal weights in the course. Every step of methodology is displayed and explained by using the software ITSM specifically produced by Brockwell and Davis as part of their two books. Students actively participate using their own computers. The evaluation is done by a final exam and with a project which involve the analysis of a real data set often chosen by the students in their fields of interest.

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

As aulas são sempre acompanhadas com a ajuda de software adequado. A simulação de séries temporais estacionárias e não estacionárias e os momentos respectivos de 2ª ordem, ajudam os alunos a compreender os conceitos básicos e prepará-los para assimilarem a noção de modelação em séries temporais usando as propriedades de 2ª ordem. O modelo Gaussiano para séries temporais lineares, respectiva inferência baseada na verosimilhança, métodos de diagnóstico e métodos de previsão são todos dados com a ajuda de software adequado. Esta estratégia está em consonância com a ideia de apresentar com igual peso a teoria e a prática durante o decorrer das aulas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The lectures are always aided by software application. Simulation of stationary and non-stationary time series and their respective second order moments help students to understand basic concepts and further prepare them to the notion of modeling time series using second order properties. The Gaussian linear model for linear time series and the resulting likelihood based inference, diagnostic methods and prediction again are given with the aid of software. This is in line with the basic objective of giving theory and practice with equal importance during the course

3.3.9. Bibliografia principal:

Brockwell and Davis(1996) *Introduction to time series and forecasting*. Springer
Brockwell and Davis (1991) *Time series: Theory and methods*, Springer
Priestley(1982) *Spectral analyss and time series*. Academic Press
Murteira, Muller and Turkman(1993) *Análise de sucessões cronológicas*. Mc Graw Hill
Morettin and Toloi (2004) *Análise de séries temporais*. Associação Brasileira de Estatística.

Anexo IV - Tratamento e Análise de Dados

3.3.1. Unidade curricular:

Tratamento e Análise de Dados

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Margarida Maria Teixeira Diniz Mendes Leal

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Lisete Maria Ribeiro de Sousa

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Transmitir conceitos de Estatística Multivariada e apresentar alguns dos mais conhecidos métodos de análise multivariada de dados, de modo a fornecer aos alunos os conhecimentos necessários a poderem saber escolher as metodologias apropriadas à análise de um dado conjunto de dados, entender as suas potencialidades e as suas fraquezas e interpretar correctamente os resultados obtidos. Desenvolver a capacidade de uso de programas adequados à aplicação das metodologias estudadas.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Introduce some Multivariate Statistics concepts and present some of the best known methods of multivariate statistical analysis in order to provide students with the skills they can learn to choose appropriate methodologies to the analysis of a given set of data, understand its strengths and its weaknesses and interpret correctly the results. Develop the ability to use appropriate computational packages to implement the methodologies studied.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Generalidades sobre Análise de Dados Multivariados. Representação Gráfica de Dados Multivariados. Análise em Componentes Principais (ACP) - conceitos gerais; construção das componentes principais; redução de dimensionalidade; interpretação das componentes principais e das correspondentes representações gráficas; principais propriedades das componentes principais. Análise Factorial (AF): o modelo de AF; estimação dos loadings; validação do modelo; redução de dimensionalidade; interpretação dos factores; rotação dos factores; comparação de ACP com AF. Análise Classificatória: semelhanças e dissemelhanças; métodos gráficos; métodos hierárquicos; métodos não hierárquicos. Análise de Dados Categorizados -Tabelas de Contingência: testes de independência e de homogeneidade; análise da associação entre variáveis; análise log-linear de tabelas de contingência.

3.3.5. Syllabus:

Analysis of multivariate data: generalities. Graphic representation and exploratory analysis of multivariate data. Principal Component Analysis (PCA) – general notions; the importance of principal component analysis in the analysis of multivariate data; definition, interpretation and main properties of principal components; reduction of dimensionality. Factorial Analysis (FA) – the FA model; loadings estimation; model validation; reduction of dimensionality; factors interpretation and rotation. PCA and FA comparison. Cluster analysis – similarities and dissimilarities; graphic methods; hierarchical methods; non-hierarchical methods. Analysis of categorical data – contingency tables; independence and homogeneity tests; analysis of variables association; log-linear analysis of contingency tables. Use of appropriate software to implement the studied methodologies.

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

As noções de Estatística Multivariada que se ensinam são as necessárias à boa compreensão dos métodos de Análise de Dados Multivariados que são abordados, sendo que estes são os que mais frequentemente se aplicam na análise de grandes conjuntos de dados. Juntando à apresentação teórica a aplicação das metodologias, feita, sempre que necessário, com o auxílio de programas adequados, os alunos ficarão a saber escolher as metodologias apropriadas à análise de um dado conjunto de dados, entender as suas potencialidades e as suas fraquezas e interpretar correctamente os resultados obtidos.

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

The notions of Multivariate Statistics that are taught are those required for a proper understanding of the methods of multivariate data analysis that are addressed, and these are the most often applied in analyzing large data sets. Joining the theoretical presentation to the application of methodologies, made, when necessary, with the aid of appropriate software, students will learn to choose appropriate methodologies to the analysis of a given set of data, understand its strengths and its weaknesses and interpret correctly the results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas onde é exposta a matéria teórica, com auxílio de slides da autoria do docente e aulas práticas onde são resolvidos exercícios de aplicação, recorrendo quando necessário ao auxílio do SPSS.

Avaliação:

Trabalho (30%) e exame final (70%).

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures where the theoretical material is exposed with the aid of slides designed by the teacher and problem solving classes using when needed the help of SPSS.

Evaluation:

Project (30%) e final exam (70%).

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

Nas aulas teóricas são transmitidas as noções necessárias à boa compreensão e aplicação dos métodos de Análise de Dados Multivariados referidos no programa da disciplina. Nas aulas práticas é feita a aplicação das metodologias ensinadas. Assim sendo, os alunos ficarão a saber escolher as metodologias apropriadas à análise de um dado conjunto de dados, entender as suas potencialidades e as suas fraquezas e interpretar correctamente os resultados obtidos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

In the theoretical lectures the students learn the notions needed for a proper understanding and application of the methods of multivariate data analysis referred to in the subject program. In practical classes they learn how to apply the methods taught. Therefore, students will be able to choose appropriate methodologies to the analysis of a given set of data, understand its strengths and its weaknesses and to correctly interpret the results.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Affii, A.A.; Clark, V. (1984), Computer-aided multivariate Analysis. Lifetime Learning Publications. Belmont, California.
Agresti, A. (1990), Categorical Data Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York.
Anderson, T.W. (1958), An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York.
Bishop, Y.M.M., Fienberg, S.E.; Holland, P.W. (1975), Discrete Multivariate Analysis. MIT Press.
Chatfield, C.; Collins, A.J. (1980), Introduction to Multivariate Analysis. Chapman and Hall, London.
Everitt, B.S. (1977), The Analysis of Contingency Tables. Chapman and Hall, London.
Jobson, J.D. (1992), Applied Multivariate Data Analysis (Vol.II). Springer-Verlag, New-York.
Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. (1979), Multivariate Analysis. Academic Press, London.
Rencher, A.C. (1995), Methods of Multivariate Analysis. John Wiley & Sons, New York.
Srivastawa, M.S.; Carter, E.M. (1983), An Introduction to Applied Multivariate Statistics. North-Holland, New-York.*

Anexo IV - Teoria do Risco

3.3.1. Unidade curricular:

Teoria do Risco

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Isabel Fraga Alves

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Seguros sob uma perspectiva da Utilidade, com relevo para o princípio da utilidade nula para o Prémio; contratos de cobertura parcial e resseguro; dar a conhecer alguns dos Modelos de Risco associados a carteiras de apólices, quer modelo individual quer colectivo, para um período de tempo unitário e para um período genérico (0,t), passando pelos processos de frequência de indemnizações e de montante de indemnizações agregadas; deduzir de resultados envolvendo fundamentalmente o Modelo Clássico de Risco de Cramér-Lundberg; apresentar a noção de Ruína, e sua relação com a Perda Agregada Máxima; cálculo aproximado da probabilidade de ruína. Por fim, motivar o aluno a prosseguir no estudo em Aproximações do Modelo Individual ao Modelo Colectivo e no Efeito do Resseguro na Probabilidade de Ruína; alertar o aluno para a área de Valores Extremos, apresentando a noção de Variação Regular em Caudas Pesadas, realçando a importância desta modelação para o cálculo aproximado do VaR e do Prémio.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Concepts in Insurances under a perspective of Utility, stressing the null utility principle for the Premium; partial covering and reinsurance; knowledge of some of the Risk Models associated to the insurance portfolio (individual and collective model), for a period of unitary time and a generic period (0, t), as well as the processes of frequency of individual claims and sum of aggregate claims; to deduce results involving the Classic Model of Risk of Cramér-Lundberg; to present the notion of Ruin, and its relation with the Maximum Aggregate Loss; to approach calculation of the ruin probability. Finally, to motivate the student to continue in the study in Approaches of the Individual Model to the Collective Model and in the Effect of Reinsurance in the Probability of Ruin; to alert the student to the area of Extreme Values, presenting the notion of Regular Variation in Weighed Tails, enhancing the importance of this modelling for Premium and VaR calculation.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Teoria da Utilidade e Seguro. Princípios de cálculo do Prémio. A desigualdade de Jensen. Decisões adversas ao Risco. Funções de Utilidade elementares: exponenciais, potência fraccionárias, quadráticas. Apólices óptimas (Stop-Loss e Excess-of-Loss): Teorema de Arrow. Modelos de Risco Individual a curto prazo. Modelos para as Indemnizações Individuais. Somas de v.a.'s independentes. Aproximações para a distribuição da soma. Modelos de Risco Colectivo. Indemnizações Agregadas, Frequência e Severidade. Poisson composta. Fórmulas Recursivas. Método de Panjer. Métodos aproximados. Processo de Reservas e Ruína. Coeficiente de Ajustamento e Probabilidade de Ruína. Modelo a Tempo Discreto. Perda Agregada Máxima. Aplicações da Teoria do Risco a Seguros. Aproximações do Modelo Individual ao Modelo Colectivo. Resseguro Stop-Loss e Proporcional. Efeito do Resseguro na Probabilidade de Ruína. Grandes Indemnizações: somas ou extremos. Caudas pesadas e variação regular.

3.3.5. Syllabus:

Utility Theory and Insurance. Premium principles. Jensen's inequality. Risk adverse decisions. Basic utility functions: fraccionárias, exponentials, quadratic power. Optimal policies (Stop-Loss and Excess of Loss): Arrow's theorem. Individual risk models in the short term. Models for individual claims amount. Sums of independent r.v.'s Approximations for the sum distribution. Collective risk models. Aggregate claims, frequency and severity. Compound Poisson. Recursive formulas. Panjer's method. Approaching Methods. Reserves and Ruin Processes. Claims Processes. Adjustment Coefficient and the Ruin Probability. Time Discrete Model. First descent of the reserve below the initial level. The Maximum Aggregate Loss. Approaches of the Individual Model to the Collective Model. Reinsurance Policy Stop-Loss. Effect of Reinsurance in the Ruin Probability. Large Claims: Sums or Extremes. Subexponential and Heavy tails.

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da apresentação dos diversos Modelos de Risco clássicos, tendo em vista o cálculo do Prémio e sua interligação com a Probabilidade de Ruína.

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

The syllabus are consistent with the objectives of the curriculum unit, namely through the presentation of several classic Risk models for premium calculation and their interconnection with the probability of ruin.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

AULAS TEORICAS e TEORICO-PRATICAS, ministradas com: slides, quadro giz, sendo os alunos igualmente chamados a participar na resolução de questões.

5 questões são propostas de trabalho individual escrito, em casa.

AVALIAÇÃO CONTÍNUA (AC)

+

EXAME ESCRITO FINAL (EEF)

NOTA=MAX((EEF), 85%(EEF)+15%(AC))

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and Theoretical-Practical LESSONS, implemented with : slides, blackboard, and students also called to solve questions.

5 questions are proposed for individual written work, at home.

CONTINUOUS EVALUATION (CE)

+

FINAL WRITTEN EXAM (FWE)

MARK=MAX((FWE), 85%(EEF)+15%(CE))

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular, nomeadamente através da implementação de aulas teóricas, teórico-práticas e orientação tutorial dirigidas a um acompanhamento contínuo da disciplina que interliga cada capítulo de estudo com os previamente apresentados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

Teaching methodologies are consistent with the objectives of the curriculum unit, namely through the implementation of theoretical, practical and theoretical lessons, tutorial orientation targeting a continuous surveillance of discipline that links each chapter study with previously submitted.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Bowers, N.L. Jr., Gerber, H.U, Hickman, J.C., Jones, D. e Nesbitt, C.J. (1986). *Actuarial Mathematics*. Chicago. The Society of Actuaries.

Centeno, M.L. (2003). *Teoria do Risco na Actividade Seguradora*. Celta Editora. Oeiras.

Embrechts, P., Kluppelberg, C. e Mikosch, T. (1997). *Modelling Extremal Events*. Springer-Verlag.

*Fraga Alves, M.I. (2005). *Teoria do Risco - texto de apoio*. Edições CEAUL

Kaas, R., Goovaerts, M, and Dhaene, J (2001). *Modern Actuarial Risk Theory*. Kluwer.

Klugman, S.A., Panjer, H.H. e Willmot, G.E. (2004). *Loss Models - from data to decisions*. John Wiley & Sons.

Mikosch, T. (2004). *Non-Life Insurance Mathematics*. Springer.

Reiss, R.-D. and Thomas, M. (1997). *Statistical Analysis of Extreme Values, with Applications to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields*. Birkhauser Verlag. Basel.

Rolski, T., Schmidli, H., Schmidt, V. e Teugels, J. (1999). *Stochastic Processes for Insurance and Finance*. John Wiley & Sons.

* Recomendado

Anexo IV - Estatística Bayesiana

3.3.1. Unidade curricular:

Estatística Bayesiana

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Antónia Amaral Turkman

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Marília Cristina de Sousa Antunes

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

O objectivo da disciplina é o de introduzir as ideias fundamentais da metodologia bayesiana, compará-la em termos das suas vantagens e desvantagens relativamente à metodologia clássica para resolver problemas de inferência estatística. Os estudantes devem ser capazes de construir um modelo bayesiano para um problema específico, implementá-lo usando software adequado, tirare interpretar correctamente as conclusões.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The objective of the discipline is to introduce the Bayesian Methodology as an alternative to the Classical methodology to solve statistical inference problems and to compare both methodologies, presenting their advantages and disadvantages. The students should be able to construct Bayesian models, implement them using adequate software and take and properly interpret the conclusions.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Probabilidade subjectiva; informação a priori; informação por amostragem; Metodologia Bayesiana versus Metodologia Clássica.

2. Vantagens e desvantagens da Metodologia Bayesiana; Teorema de Bayes;

3. Modelo paramétrico; o parâmetro como variável aleatória; generalização do teorema de Bayes; distribuição a priori e distribuição a posteriori.

4. Considerações sobre a eliciação de distribuições a priori; distribuições a priori não informativas; distribuições a priori conjugadas.

5. Inferências do ponto de vista bayesiano; conceitos gerais sobre estimação (pontual e regional), testes de hipóteses e predição; comparação de modelos.

6. Análise de alguns modelos discretos: o modelo binomial; o modelo de Poisson.

7. O modelo normal; inferências sobre a média.

8. Técnicas de implementação do paradigma bayesiano; o "Teorema Limite Central Bayesiano";

9. Métodos de simulação para amostrar da distribuição a posteriori: Monte Carlo simples e Monte Carlo via cadeias de Markov. Software WinBUGS.

3.3.5. Syllabus:

1. Subjective probability; prior information; sampling information; Metodologia Bayesian versus Frequentist methodology

2. Advantages and disadvantages of Bayesian Methodology; Bayes theorem as an updating information tool;

3. Parametric model; the parameter as a random variable; generalization of Bayes theorem; prior and posterior distribution. Examples of application.

4. Elicitation of prior distributions ; non-informative prior distributions; family of conjugate prior distributions.

5. Inference from a Bayesian point of view; general concepts about estimation, hypotheses testing and prediction; model comparison.

6. Analysis of discrete models; binomial and Poisson models. Application to concrete cases.

7. Inference on the normal model.

8. Analytical and computational tools for the implementation of the Bayesian paradigm. The bayesian Central Limit Theorem; Laplace method.

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

A Estatística Bayesiana é actualmente uma metodologia estatística é cada vez mais usada em vários domínios científicos, como abordagem inferencial alternativa na resposta a problemas de natureza complexa. É importante que os estudantes tenham contacto com os conceitos fundamentais subjacentes a esta metodologia, saibam construir os modelos bayesianos, implementá-los e saber interpretar os seus resultados. Os primeiros 7 pontos dos conteúdos programáticos dão a formação de base para se compreender o paradigma bayesiano e perceber as diferenças filosóficas e conceptuais que distinguem as duas metodologias, clássica e bayesiana. A eliciação da distribuição a priori é fundamental ao desenvolvimento da metodologia e por isso dá-se especial relevância a essa questão no ponto 4. O software mais utilizado em metodologia Bayesiana é o WinBUGS. Este software, de livre acesso, usa o método de Monte Carlo via Cadeias de Markov. É pois necessário no ponto 9 a referência a esses métodos de simulação e análise inferencial.

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

Bayesian Statistics is, nowadays, very often chosen as a statistical methodology to answer inferential problems in many applications where problems have of a complex nature. It is important that students learn the basic fundamental concepts behind this methodology, know how to construct and implement a Bayesian model, take the appropriate conclusions and interpret them adequately. The first 7 points in the proposed syllabus aim to fulfill those objectives and to understand the basic differences between the two statistical methodologies: Classical and Bayesian. Elicitation of prior information is a key piece in the Bayesian paradigm, hence it is essential to devote some time to that issue. This is done in the point 4 of the syllabus. Bayesian Statistics relies heavily in simulation methods, basically on Markov Chain Monte Carlo Methods which is the basic tool in WinBUGS, the most used software for Bayesian Statistics. Hence the need for the point 9 of the syllabus.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são distribuídas em aulas teóricas, onde a matéria é apresentada formalmente usando os meios de ensino tradicionais; nas aulas teórico-práticas são resolvidos exercícios académicos para consolidar os conhecimentos introduzidos nas aulas teóricas; nas aulas práticas são resolvidos problemas de natureza mais complexa, nomeadamente problemas com dados reais, cuja resolução necessita de software adequado.

Avaliação:

≠ Trabalhos ao longo do semestre com peso de 40% e Exame final com peso de 60%

ou

≠ Exame final com peso de 100%

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The lectures follow the traditional pattern of teaching the fundamental mathematical knowledge. However, real life problems are dealt with in classes with the aid of computers and adequate software. Also there are tutorials where academic problems are solved to consolidate the main concepts taught during the lectures

Assessment

Projects with weight 40% and final exam with weight 60%

Or

Final exam with weight 100%

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

Sendo o objectivo principal da disciplina a introdução de conceitos teóricos devidamente fundamentados, o padrão tradicional de ensino de aulas teóricas onde a matéria é exposta com rigor, é peça fundamental para a compreensão e assimilação dos conceitos. Esta exposição é sempre acompanhada por exemplos práticos de natureza académica. Raramente problemas inferenciais com recurso à abordagem bayesiana têm solução analítica simples; alguns destes exemplos são apresentados nas aulas. A sua resolução ajuda na compreensão e cimentação dos conceitos teóricos. No entanto, a abordagem bayesiana a problemas reais e de natureza um pouco mais complexa, necessita do recurso a métodos aproximados ou de simulação. Esses métodos são em geral de implementação difícil, necessitando de conhecimentos avançados de programação, que só se adquire com muita prática. Não se exige pois que os alunos sejam capazes de desenvolver programas para a implementação dos métodos a problemas de natureza mais complexa. Assim, nas aulas práticas resolvem-se esses problemas com recurso ao software WinBUGS, não descurando, no entanto, a compreensão profunda do modo como através desse software, os resultados são obtidos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

Since the main objective of the discipline is to introduce theoretical concepts, they should be rigorously introduced and hence, the traditional way of giving lectures where the theory is exposed with rigor is fundamental for the comprehension and assimilation of the basic ideas and concepts. Nevertheless this exposition is always accompanied by simple examples of an academic nature. Rarely Bayesian inferential problems have a simple analytical solution. These ones are given in tutorials since its resolution will help students to understand the basic aspects of the methodology. However, the Bayesian approach to real problems of a slight complex nature, requires the use of approximate and simulation methods. Those methods are, in general, difficult to implement, needing an advanced knowledge in programming, which requires a lot of practice. It is not required that the students should be able to develop their own programs to implement the methodology. In practical classes in the computer labs, the students will learn how to use the software WinBUGS to answer those type of problems, although it will be required that they fully understand the methods behind the software and fully understand the output results and their proper interpretation.

3.3.9. Bibliografia principal:

Bernardo, J.M. e Smith, A.F.M. (1994) Bayesian Theory. Chichester, Wiley.

Bolstad, W.M. (2004) Introduction to Bayesian Statistics. New Jersey: John Wiley and Sons.

Carlin, B.P. e Louis, T. (2000). Bayes and Empirical Bayes Methods for Data Analysis. 2nd ed. London: Chapman and Hall.

O'Hagan, A. (1994) Bayesian Inference. Kendall's Advanced Theory of Statistics, vol 2B. London: Arnold.

Paulino, C.D., Amaral Turkman, M.A. e Murteira, B. (2003) Estatística Bayesiana. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

Anexo IV - Análise Multicritério e Sistemas de Apoio à Decisão

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Multicritério e Sistemas de Apoio à Decisão

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

António José Lopes Rodrigues

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

1. Análise Multicritério

Pretende-se habilitar os alunos com conhecimentos metodológicos e técnicos que lhes permitam apoiar a tomada de decisões em organizações públicas ou privadas, na indústria e nos serviços, em problemas complexos onde é necessária a avaliação multicritério de alternativas.

2. Sistemas de Apoio à Decisão

Pretende-se habilitar os alunos com conhecimentos metodológicos e técnicos que lhes permitam apoiar a tomada de decisões em organizações públicas ou privadas, na indústria e nos serviços, em problemas complexos onde é necessário o recurso a sistemas de apoio à decisão.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

1. Multicriteria Analysis

The objective of this course is to give the students the methodological and technical skills to make them able to correctly support decision making in public or private organizations, in industry and services, in complex situations where a multicriteria evaluation of different alternatives is needed.

2. Decision Support Systems

The objective of this course is to give the students the methodological and technical skills to make them able to correctly support decision making in public or private organizations, in industry and services, in complex situations where decision support systems are needed.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Análise Multicritério

Introdução aos Problemas de Programação Linear com Vários Objectivos.

Problemas de Optimização por Metas. Formulação e resolução.

Problemas de optimização vectorial (linear). Formulação. Aplicações. Diferentes abordagens. Solução eficiente ou não-dominada. Cálculo de soluções eficientes.

Análise dos trade-off's. Problemas de decisão.

Classificação dos principais métodos de Programação Linear Multicritério (PLM).

Métodos interactivos em PLM. Características essenciais de uma base de métodos interactivos para PLM.

2. Sistemas de Apoio à Decisão

Introdução: Tipologia e arquitecturas de SAD; Conceitos básicos de Análise de Decisão.

Sistemas de representação: Escalas de medição; Representação da incerteza, utilidade, aversão ao risco.

Interfaces: Modelação gráfica; Elicitação gráfica; Visualização.

Áreas de aplicação: Decisão em Grupo; Simulação; Prospeção de Dados; Gestão de Stocks, etc.

Software especializado: Análise comparativa e experimentação.

3.3.5. Syllabus:

1. Multicriteria Analysis

General introduction to Linear Programming problems with several objectives.

Goal Programming: Model and solution approaches.

Multiple Objective Linear Programming (MOLP): Model and applications. Different approaches.

Efficient or non-dominated solutions. Computation of efficient solutions.

Analysis of the trade-off's between the objectives. Decision problems.

Classification of the different MOLP methods.

Interactive methods in MOLP.

Essential characteristics of an interactive MOLP method base.

2. Decision Support Systems

Introduction: Types and architectures of decision support systems. Basic concepts of Decision Analysis.

Representation systems: measurement scales; uncertainty representation, utility, risk aversion.

Interfaces: graphical modelling; graphical elicitation; visualization.

Application areas: Group decision-making; Simulation; Data Mining; Inventory Management, etc.

Specialized software: Comparative analysis and experimentation.

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

Os objectivos acima enunciados estão explicitamente divididos pelos dois grupos de conteúdos programáticos (módulos).

Os conteúdos programáticos são explorados quer de forma independente (geral), quer de forma dependente (específica) do potencial contexto organizacional de aplicação.

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

The objectives listed above are explicitly divided by the two thematic groups (modules) of the syllabus.

The syllabus topics are explored both in general terms, as well as referring to potential application organizational contexts.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nota Final = Média das notas nos dois módulos.

1. Análise Multicritério

Aulas teóricas e teórico-práticas.

Fomulação, resolução e análise de problemas de Programação Linear Multicritério (PLM).

Utilização do software disponível para a resolução computacional dos exercícios de PLM.

— TOMMIX – CH Antunes, MJ Alves, AL Silva, JCN Climaco.

— TRIMAP – JCN Climaco, CH Antunes.

Exame final escrito (14 valores) + trabalho obrigatório, com eventual discussão, (6 valores). Nota mínima em ambas as componentes (6 e 2.5). Possível exame oral.

2. Sistemas de Apoio à Decisão

Aulas teóricas e teórico-práticas

Ilustração das várias situações discutidas nas aulas teóricas com exemplos práticos.

Fomulação, resolução e análise de problemas de ordenação, regressão, prospecção de dados, gestão de stocks.

— MATLAB Neural Network Toolbox

— “Decision Analysis Software Survey”, OR/MS Today, Dec. 2006.

Teste escrito e trabalhos, obrigatórios. Classificação mínima (teste e trabalhos): 40%.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final grade = Average of the grades in both parts.

1. Multicriteria Analysis

Lectures, tutorial and lab.

Exemplification and application of the subjects discussed in the theoretical lessons.

Formulation, resolution and analysis of Multiple Objective Linear Programming (MOLP) problems.

Use of software for solving MOLP instances.

—TOMMIX – CH Antunes, MJ Alves, AL Silva, JCN Climaco.

—TRIMAP – JCN Climaco, CH Antunes.

Final written examination (14) + compulsory assignment, eventually with oral presentation (6). Minimum grade in both (6 + 2.5).

Possible oral examination oral.

2. Decision Support Systems

Lectures, tutorial and lab

Formulation, resolution and analysis of rating and ranking problems, regression, data mining, inventory management.

—, MATLAB Neural Network Toolbox

—, “Decision Analysis Software Survey”, OR/MS Today, Dec. 2006.

Final written examination and assignments, compulsory. Minimum grade (exam and assignments): 40%.

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

Trata-se de uma disciplina cuja natureza programática e objectivos recomendam a utilização de software pertinente, sem descurar a aquisição e demonstração de conhecimentos independentes do recurso a uso de computador. Esses requisitos estão obviamente satisfeitos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The syllabus and objectives of this type of curricular unit require the usage of appropriate software while assuring the acquisition and demonstration of knowledge not involving any computer usage. These requirements are obviously met.

3.3.9. Bibliografia principal:

JN Clímaco, C Henggeler Antunes, MJ Alves, Programação Linear Multiobjectivo, Imprensa da Universidade, Coimbra, 2003.

HA Eiselt, G Pederzoli, C-L Sandblom, Continuous Optimization Models, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1987.

RE Steuer, Multiple Criteria Optimization, John Wiley & Sons, New York, 1986.

JCN Climaco, CH Antunes, Implementation of a User-Friendly Software Package - A Guided Tour of Trimap, Mathematical & Computer Modelling 12, 1299-1309, 1989

JD Camm, JR. Evans, Management Science & Decision Technology, Thomson Learning, 2000.

RT Clemen, T Reilly, Making Hard Decisions with DecisionTools, 2nd ed., Duxbury Press, 2001.

P Goodwin, G Wright, Decision Analysis for Management Judgment, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2004.

GH Marakas, Decision Support Systems In the 21st Century, 2nd ed., Prentice-Hall, 2003.

M. Mora et al, Decision Making Support Systems, Idea Group, 2003.

E Turban et al, Decision Support and Business Intelligence Systems, 8th ed., Prentice-Hall, 2007.

Anexo IV - Processos de Previsão e Decisão

3.3.1. Unidade curricular:

Processos de Previsão e Decisão

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António José Lopes Rodrigues

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Apresentar princípios e métodos básicos relevantes para a decisão económica e a monitorização ou controle de processos – em especial, regras de decisão óptima, baseadas em previsões, para resolução de problemas de aprovisionamento e de investimento; reforçar os aspectos de modelação e representação e de programação em computador; dar ênfase ao estudo de modelos

estocásticos dinâmicos e acentuar a dualidade e complementaridade dos modelos preditivos e prescritivos.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

To present basic principles and methods relevant for economic decision-making or for the monitoring and control of processes — in particular, forecast-based optimal decision rules for solving inventory or investment problems; to reinforce the aspects related to modelling and representation and computer programming; to emphasize the study of dynamic stochastic models and the duality and complementarity of predictive and prescriptive models.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Processos e modelos preditivos vs prescritivos - conceitos básicos.*
- *Exemplos de problemas de análise de decisão, e de critérios de optimalidade.*
- *Tipologia e exemplos de séries temporais, modelos e métodos de previsão, e medidas de desempenho.*
- 2. Previsão de séries temporais**
- *Alisamento exponencial simples. Aplicações. Previsão de processos de procura irregular.*
- *Variantes de AE. Métodos de estimação recursiva.*
- *Decisão óptima baseada em previsões.*
- *Modelos lineares e não lineares. Curvas de crescimento. Previsão Tecnológica.*
- 3. Problemas de decisão simples**
- *Tabelas de decisão. Decisão sob risco.*
- *Modelo estocástico de período único (Problema do Ardina).*
- *Modelos estocásticos bi-período. Árvores de Decisão.*
- 4. Processos de decisão iterados**
- *Regras de cooperação/competição. Dilema do Prisioneiro Iterado.*
- *Regras de controlo: revisão periódica vs. revisão contínua.*
- *Processos markovianos. Processos de decisão markovianos. Programação dinâmica estocástica.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction**
- *Predictive vs prescriptive processes and models - basic concepts.*
- *Examples of decision analysis problems, and of optimality criteria.*
- *Types and examples of time series, forecasting models and methods, and performance measures.*
- 2. Time series forecasting**
- *Simple exponential smoothing. Applications. Forecasting of irregular demand processes.*
- *Other exponential smoothing methods. Recursive estimation methods.*
- *Forecast-based optimal decision-making.*
- *Linear and nonlinear models. Growth curves. Technological Forecasting.*
- 3. Single-stage decision problems**
- *Decision tables. Decision under risk.*
- *Single-period stochastic model (newsvendor problem).*
- *Two-period stochastic models. Decision trees.*
- 4. Iterated decision problems**
- *Cooperation/competition rules. The Iterated Prisoner's Dilemma problem.*
- *Control rules: periodic review vs. continuous review.*
- *Markov processes. Markov decision processes. Stochastic dynamic programming.*

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

Todos os tópicos do programa destinam-se a, conforme os objectivos enunciados, apresentar princípios e métodos básicos relevantes para a decisão económica e a monitorização ou controlo de processos, reforçando os aspectos de modelação e representação e de programação em computador, dando ênfase ao estudo de modelos estocásticos dinâmicos e acentuando a dualidade e complementaridade dos modelos preditivos e prescritivos.

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

All of the syllabus topics aim at, according to the objectives indicated, present the basic principles and methods relevant for economic decision-making or for the monitoring and control of processes, reinforcing the aspects related to modelling and representation and computer programming, and emphasizing the study of dynamic stochastic models and the duality and complementarity of predictive and prescriptive models.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas e teórico-práticas, com coordenação e interligação total entre elas.
Exame escrito obrigatório, e exercícios (trabalhos) para avaliação complementar opcionais.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Regular (“theoretical”) lectures, as well as practical classes, with full coordination and interaction between them. Final written examination (compulsory); optional homework assignments (more demanding exercises), for complementary evaluation and grading.

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

As metodologias de ensino e as componentes da avaliação, incluindo os trabalhos, visam a aquisição e consolidação de conhecimentos metodológicos e experimentais nos tópicos da unidade curricular por forma a cumprir os objectivos enunciados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methodologies and the evaluation components, including the home assignments, aim the acquisition and consolidation of methodological and experimental knowledge on the unit topics towards meeting the objectives indicated.

3.3.9. Bibliografia principal:

- A.J. Rodrigues, *Processos de Previsão e Decisão (apontamentos de apoio)*. DEIO-FCUL, 2010.
- F.S. Hillier & G.J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, 9th ed.. McGraw-Hill, 2010.
- H.A. Taha, *Operations Research: An Introduction*, 8th ed. Prentice Hall, 2006.
- W.L. Winston, *Operations Research: Applications and Algorithms*, 4th ed. Duxbury, 2004.
- S. Makridakis, S. Wheelwright, R. Hyndman, *Forecasting: Methods and Applications*, 3rd ed., Wiley, 1998.
- K.T. Marshall, R.M. Oliver, *Decision Making and Forecasting*, McGraw-Hill, 1995.

Anexo IV - Gestão de Operações

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão de Operações

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Maria da Conceição Fonseca.

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Introdução de técnicas de planeamento e controle de operações.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Introduction of techniques for Operations planning and control.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Motivação. Enquadramento. Os diferentes níveis de gestão de operações.

- *Planeamento de produção. Características de um bom plano de produção. Estratégias para as flutuações da procura. Modelos em programação linear. Modelos em programação inteira mista (lot-sizing com e sem capacidades, modelo MPS e modelo MRP). Métodos heurísticos.*
- *Sequenciamento de operações. Noções básicas. Sequenciamento numa única máquina: Regras SPT, EDD e ERD; estudo dos problemas $1 / \text{prec} / \text{fmax}$ e $1 / \text{rj} / L' \text{max}$. Sequenciamento em várias máquinas: problemas em máquinas paralelas, problemas de open-shop, flow-shop e job-shop scheduling. Extensões: Sistema flexível de flow-shop e de job-shop; Sistemas just-in-time (JIT).*
- *Controlo de qualidade. Introdução. Relevância prática. Cartas de controlo e amostragem de aceitação: objectivos, vantagens e desvantagens.*

3.3.5. Syllabus:

- *Motivation and importance. Different decision levels in operations management.*
- *Production planning. Characteristics of a good production plan. Strategies for fluctuating demand. Linear programming models. Mixed-integer programming models (lot-sizing with and without capacities, MPS model and MRP models). Heuristic approaches.*
- *Job scheduling. Basic concepts. Single machine scheduling: SPT, EDD and ERD rules; problems $1 / \text{prec} / \text{fmax}$ and $1 / \text{rj} / L' \text{max}$. Multiple machine scheduling: parallel machine scheduling, open-shop, flow-shop and job-shop scheduling problems. Extensions: flow-shop and job-shop flexible systems. Just-in-time systems.*
- *Quality control. Practical relevance. Control charts and acceptance sampling: goals, advantages and disadvantages.*

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

Gestão de Operações é um tópico ligado à produção de bens e serviços, que procura tornar eficientes as operações que é necessário realizar nomeadamente, através de uma racionalização na utilização de recursos, sem nunca descurar os requisitos impostos pelos clientes.

São diversas as vertentes através das quais a Gestão de Operações concretiza o seu objectivo mas de entre estas, são comumente aceites como claramente relevantes, as vertentes de planeamento da produção, sequenciamento das tarefas envolvidas no processo e controlo de qualidade dos produtos fabricados, semi-produtos ou produtos em curso de fabrico.

Os conteúdos propostos para esta disciplina vão ao encontro do exposto destas vertentes.

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

Operations management is a topic concerned with the production of goods and services which aims at bringing efficiency to the involved operations. In particular, its goal is to rationalize the resources but with never missing the goal of meeting customers' requirements.

The role of Operations Management is achieved in different ways. The three that are widely recognized as the most relevant regard production planning, operations scheduling and quality control.

The syllabus presented for this discipline is coherent with these principles.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas. Avaliação feita por um exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and exercise classes. Evaluation with a final exam.

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

Nesta disciplina dá-se relevo à componente mais quantitativa da Gestão de Operações, a qual, por vezes, se reveste de grande complexidade requerendo o domínio de diversas metodologias e técnicas próprias de áreas tais como, Matemática, Investigação Operacional e Estatística.

Para que os alunos adquiram as competências necessárias, torna-se importante que os temas da disciplina sejam apresentados e desenvolvidos em termos gerais e por vezes, mesmo abstractos, procurando-se, seguidamente, que os alunos adquiram a capacidade de utilizar as metodologias e técnicas transmitidas em casos mais concretos de maior ou menor complexidade.

A componente teórica da disciplina procura ir ao encontro do primeiro objectivo enquanto a componente teórico-prática procura desenvolver a capacidade de os alunos aplicarem metodologias e ferramentas gerais a problemas concretos.

A avaliação da disciplina procura aferir a capacidade de os alunos, perante situações concretas de problemas que surgem na área da Gestão de Operações, darem uma resposta adequada nomeadamente em termos da metodologia mais apropriada para a resolução do problema e em termos das ferramentas que permitem concretizar essa resolução.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

In this discipline, the emphasis is put on the quantitative aspects of Operations Management. Often, these aspects are complex and require the use of methodologies and techniques from disciplines such as Mathematics, Operational Research and Statistics.

In order to assure that the students get the minimum skills in the area it is important that the topics of the discipline are firstly presented in a general and eventually abstract way. Afterwards, the students should be trained to apply the acquired knowledge to concrete problems.

The lectures of this discipline aim at achieving the first goal above. The exercises classes aim at develop the student's skills to tackle concrete problems.

The evaluation in this discipline intends to check the ability of the students to tackle small problems in the context of Operations Management namely by checking their methodological and technical skills in the field.

3.3.9. Bibliografia principal:

P. Brucker, "Scheduling Algorithms", Springer, 1998.

S. French, "Sequencing and Scheduling: an introduction to the mathematics of the job-shop", Ellis Horwood Ltd, 1982.

E. L. Lawler, J. K. Lenstra, A. H. G. Rinnooy Kan, D. Shmoys, "Sequencing and Scheduling: Algorithms and Complexity", in "Handbooks in Operations Research and Management Science", Volume 4: Logistics of Production and Inventory, edited by S.C. Graves, A.H.G. Rinnooy Kan and P. Zipkin, North-Holland, 1993.

J. Y.-T. Leung (Ed.), "Handbook of Scheduling", Chapman & Hall, 2004..

D. Montgomery, "Introduction to statistical quality control", John Wiley & Sons, 3rd edition, 1996.

T. E. Morton, D. W. Pentico, "Heuristic Scheduling Systems: With Applications to Production Systems and Project Management", John Wiley & Sons, 1993.

M. Pinedo, "Scheduling: theory, Algorithms and Systems", Prentice-hall, 1995.

T. Sawik, "Production Planning and Scheduling in Flexible Manufacturing systems ", Springer, 1999.

Anexo IV - Redes e Telecomunicações

3.3.1. Unidade curricular:

Redes e Telecomunicações

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luís Eduardo Neves Gouveia

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Pedro Martins Pereira Serrão de Moura

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Mostrar aos alunos uma área de aplicação forte da IO, em particular mostrar que problemas reais que aparecem na área das telecomunicações podem ser modelados e resolvidos por técnicas de ILP.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

To show an important area of application of OR with emphasis on ILP modeling and solving.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução e Motivação.

*Problemas de Desenho de Redes: 1 origem / vários destinos versus várias origens e vários destinos.
Modelo de Telecomunicações versus Modelo Matemático*

2. Problema de Desenho de Redes com Custos Fixos e sem Capacidades

3. Problema de Desenho de Redes com Custos Fixos e Capacidades

4. Problema de Desenho de Redes com Custos Modulares (com/sem capacidades)

5. Problema de Desenho de Redes com Percursos Disjuntos
6. Problema de Desenho de Redes com Restrições de Salto
7. Problemas de Engenharia de Tráfego

3.3.5. Syllabus:

1. *Introduction and motivation*
Network design problems: single source / multiple destinations and several sources / multiple destinations. Telecommunications model versus mathematical model.
2. *Uncapacitated Network Design problems with fixed costs*
3. *Capacitated Network Design problems.*
4. *Network Design with modular costs*
5. *Survivability Network Design*
6. *Hop-constrained Network Design*
7. *Traffic Engineering Problems*

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

O Objectivo da cadeira é ilustrar problemas reais de desenho de redes na área das Telecomunicações e mostrar o potencial da Programação Inteira para modelar problemas na área do desenho de redes em Telecomunicações. Nesse sentido apresenta-se uma série de problemas (do mais fácil para o mais difícil) que contêm situações típicas de um problema de telecomunicações. Em cada caso, discutem-se vários modelos de PI que permitem resolvê-lo destacando as suas vantagens e desvantagens.

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

The main aim of the discipline is to illustrate real network optimization problems arising in the area of telecommunications as well as showing the strength of of Integer Programming to solve these problems. To meet this aim a sequence of related problems will be presented as well as models, for each case, to solve them. Advantages and disadvantages of the given models will be discussed.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino alternam entre a apresentação e o estudo de modelos e a sua resolução com a utilização de software apropriado.

NE = Nota do Exame final avaliado para 20 valores

AI = Avaliação Intercalar

A Avaliação Intercalar consiste em $x+1$ mini testes com duração de no máximo 1 hora (com eliminação de matéria) feitos ao longo do semestre. É necessário fazer pelo menos x testes. No caso de serem feitos mais do que x testes, apenas os x mais bem cotados serão contabilizados.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching alternates between the presentation and analysis of the models and their resolution by using available software.

Final mark = Max {NE, AI} where

NE = mark of final exam (20)

AI = Intermediate Evaluation which consists in $x+1$ mini exams (with matter elimination) which are performed along the semester.

At least x exams must be done and the best x exams are considered.

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

Os métodos de ensino alternam entre a apresentação e o estudo de modelos e a sua resolução com a utilização de software apropriado. Os diferentes modelos para um problema são testados para avaliar empiricamente as suas vantagens e desvantagens.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching alternates between the presentation and analysis of the models and their resolution by using available software. For a given problem, the different models are empirical compared.

3.3.9. Bibliografia principal:

Gouveia, L., (2007/2008), "Slides dados nas aulas".

Sousa, A., (2006), "Modelos de Problemas de Optimização em Redes de Telecomunicações", Univ. de Aveiro, DETI.

Anexo IV - Análise e Simulação de Sistemas

3.3.1. Unidade curricular:

Análise e Simulação de Sistemas

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António José Lopes Rodrigues

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Proporcionar uma visão abrangente da Investigação Operacional, na confluência de diversas disciplinas de análise e resolução de problemas, e reforçar os aspectos de modelação e representação, e de programação em computador; dar ênfase ao estudo de modelos estocásticos dinâmicos e acentuar a dualidade e complementaridade das abordagens analítica e numérica.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

To provide a broad view of Operational Research, in the confluence of several areas of analysis and problem-solving, and to strengthen the aspects of modelling and representation, and of computer programming; to emphasize the study of dynamic stochastic models and to bring forward the duality and complementarity of the analytical and numerical approaches.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelação e simulação de sistemas de acontecimentos discretos (SSAD)

- Diagramas de estados e transições;
- Conceitos básicos: actividades; filas de espera; algoritmia; Método de Monte Carlo;
- Metodologias de programação, validação e experimentação.

2. Sistemas de aprovisionamento

- Caracterização dos problemas;
- Modelos determinísticos e estocásticos de controlo; revisão contínua vs revisão periódica;
- Qualidade de serviço vs. custos de operação;
- Simulação.

3. Redes de actividades

- Introdução ao planeamento e gestão de projectos;
- Análise temporal e tempo-custo -- durações determinísticas ou estocásticas;
- Projectos com restrições nos recursos: heurísticas de sequenciação;
- Redes de actividades generalizadas;
- Simulação.

4. Sequenciação e escalonamento de operações

- Caracterização dos problemas de job scheduling;
- Admissibilidade de soluções; medidas de desempenho;
- Métodos construtivos óptimos simples;
- Heurísticas de sequenciação e estratégias de SSAD.

3.3.5. Syllabus:

1. Discrete-event systems modelling and simulation (DESS)

- Activity cycle diagrams;
- Basic concepts: activities; queues; algorithmics; Monte Carlo Method;
- Programming, validation and experimentation methodologies.

2. Inventory systems

- Characterization of problems;
- Deterministic and stochastic inventory control models: continuous review vs periodic review;
- Service level vs. operation costs;
- Simulation.

3. Activity networks

- Introduction to project planning and management;
- Temporal analysis and time-cost analysis -- deterministic or stochastic durations;
- Resource-constrained projects: sequencing heuristics;
- Generalized activity networks;
- Simulation.

4. Job sequencing and scheduling

- Characterization of problems;
- Feasibility of schedules; performance measures;
- Simple optimal constructive methods;
- Sequencing heuristics and DESS strategies.

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

Todos os tópicos do programa destinam-se a, conforme os objectivos enunciados, proporcionar uma visão abrangente da Investigação Operacional, na confluência de diversas disciplinas de análise e resolução de problemas, reforçando os aspectos de modelação e representação, e de programação em computador, dando ênfase ao estudo de modelos estocásticos dinâmicos e acentuando a dualidade e complementaridade das abordagens analítica e numérica.

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

All of the syllabus topics aim at, according to the objectives indicated, provide a broad view of Operational Research, in the confluence of several areas of analysis and problem-solving, while strengthening the aspects of modelling and representation, and of computer programming, emphasizing the study of dynamic stochastic models and bringing forward the duality and complementarity of the analytical and numerical approaches.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas e teórico-práticas, com coordenação e interligação total entre elas.
Exame escrito obrigatório, e exercícios para avaliação complementar opcionais.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Regular ("theoretical") lectures, as well as practical classes, with full coordination and interaction between them. Final written examination (compulsory); optional homework assignments (more demanding exercises), for complementary evaluation and grading.

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

As metodologias de ensino e as componentes da avaliação, incluindo os trabalhos, visam a aquisição e consolidação de conhecimentos metodológicos e experimentais nos tópicos da unidade curricular por forma a cumprir os objectivos enunciados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methodologies and the evaluation components, including the home assignments, aim the acquisition and consolidation of methodological and experimental knowledge on the unit topics towards meeting the objectives indicated.

3.3.9. Bibliografia principal:

- A.J. Rodrigues, *Análise e Simulação de Sistemas (apontamentos de apoio)*. DEIO–FCUL, 2010.
F.S. Hillier & G.J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, 9th Ed.. McGraw-Hill, 2010.
H.A. Taha, *Operations Research: An Introduction*, 6th ed.. Prentice Hall, 1996.
J.R. Evans & D.L. Olson, *Introduction to Simulation and Risk Analysis*, Prentice Hall, 1998.
M. Pidd, *Computer Simulation in Management Science*, 5th ed.. Wiley, 2004.
S. French, *Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job-Shop*. Ellis Horwood, 1982.

Anexo IV - Redes Neurais e Aplicações

3.3.1. Unidade curricular:

Redes Neurais e Aplicações

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António José Lopes Rodrigues

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Apresentar os modelos neuronais e os métodos de aprendizagem mais comuns, e compreendê-los como extensões de modelos e métodos de Estatística e Optimização mais convencionais. Discutir alternativas metodológicas em diversos problemas e áreas de aplicação. Prevenir erros metodológicos comuns. Saber utilizar software especializado. Compreender as semelhanças e diferenças com paradigmas de computação afins.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

To present the most common neural models and machine learning methods, and to understand them as extensions of more conventional Statistics and Optimization models and methods. To discuss methodological alternatives in several problems and application areas. To prevent common methodological mistakes. To know how to use specialized software. To understand the similarities and differences with related computing paradigms.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

- *Neurónios artificiais simples; funções de activação.*
- *Algoritmos de filtragem/estimação/aprendizagem: gradiente estocástico, mínimos quadrados recursivos, e variantes.*
- *Tipologia de dados e escalas de medição; codificação e pré-processamento de padrões de treino.*

2. Modelos supervisionados

- *Perceptrões multicamada.*
- *Redes de funções de base radiais.*
- *Metodologias de identificação e validação.*

3. Aplicações

- *Regressão: aproximação funcional de dados experimentais.*
- *Previsão: previsão da procura / da carga, previsão financeira.*
- *Classificação/decisão: "credit scoring", classificação de sinais, reconhecimento de padrões.*

4. Complementos

- *Metodologias de prospecção de dados.*
- *Máquinas de vectores de suporte.*
- *Aprendizagem não supervisionada.*
- *Aprendizagem por reforço e processos de decisão sequencial.*
- *Computação evolutiva.*

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction

- *Simple artificial neurons; activation functions.*
- *Filtering/estimation/learning algorithms: stochastic gradient, recursive least squares, and variations.*
- *Types of data and measurement scales; coding and preprocessing of training patterns.*

2. Supervised models

- *Multilayer perceptrons.*
- *Radial basis function networks.*
- *Identification and validation methodologies.*

3. Applications

- *Regression: functional approximation of experimental data.*
- *Forecasting: demand / load forecasting; financial forecasting.*
- *Classification/decision applications: credit scoring, signal classification, pattern recognition.*

4. Complements

- *Data mining methodologies.*
- *Support vector machines.*
- *Unsupervised learning.*
- *Reinforcement learning and sequential decision processes.*
- *Evolutionary Computing.*

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

Os tópicos do programa destinam-se a atingir os objectivos enunciados.

O conceito de aprendizagem numérica é apresentado como um problema de estimação ou de filtragem ou de optimização estocástica não linear, consoante o contexto de aplicação.

Os conceitos mais teóricos e metodológicos são apresentados sempre em associação com aplicações práticas.

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

The syllabus topics aim to accomplish the objectives.

The numerical learning concept is presented as an estimation problem or filtering problem or nonlinear stochastic optimization problem, according to the application context.

The more theoretical and methodological contents are always presented in association with practical applications.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas, com coordenação e interligação total entre elas.

Exame escrito obrigatório, e exercícios (trabalhos) para avaliação complementar opcionais.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Regular ("theoretical") lectures, as well as practical classes, with full coordination and interaction between them. Final written examination (compulsory); optional homework assignments (more demanding exercises), for complementary evaluation and grading.

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

As metodologias de ensino e as componentes da avaliação, incluindo os trabalhos, visam a aquisição e consolidação de conhecimentos metodológicos e experimentais nos tópicos da unidade curricular por forma a cumprir os objectivos enunciados.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methodologies and the evaluation components, including the home assignments, aim the acquisition and consolidation of methodological and experimental knowledge on the unit topics towards meeting the objectives indicated.

3.3.9. Bibliografia principal:

- C.M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, Clarendon Press, Oxford, 1995.

- H. Demuth, M. Beale, M. Hagan, Neural Network Toolbox 7 – User's Guide, The Mathworks, 2010.

- D. Hand, H. Mannila, P. Smyth, Principles of Data Mining, The MIT Press, 2001.

- T. Hastie, R. Tibshirani, J.H. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer-Verlag, 2001.

- S. Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd ed., Prentice Hall, New Jersey, 1999.

Anexo IV - Teoria dos Jogos

3.3.1. Unidade curricular:

Teoria dos Jogos

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

João Miguel Paixão Telhada

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Introduzir a teoria dos jogos como ferramenta modeladora de cenários multi-agente em competição. Compreender a amplitude ao nível das aplicações deste tipo de ferramenta. Detectar situações reais onde potencialmente seja útil uma modelação multi-agente.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

To introduce game theory as a tool for modeling scenarios with multiple agents in competition. To understand the scope of these tools regarding real life applications. To detect real life situations where potentially a multi-agent modeling approach might be useful.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

2. Jogos de soma nula

3. Jogos estáticos de soma não nula

4. Jogos com conjuntos contínuos de estratégias

5. Jogos dinâmicos com informação completa

6. Evolução

7. Jogos dinâmicos com informação incompleta

8. Jogos cooperativos

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction

2. Zero sum games

3. General sum games

4. Games with continuous strategy sets

5. *Dynamic games with complete information*
6. *Evolution*
7. *Dynamic games with incomplete information*
8. *Cooperative games*

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

A modelação de cenários multi-agente através de Teoria dos Jogos revela-se uma abordagem prescritiva de grande utilidade no contexto empresarial e em outros sistemas complexos. Nesse contexto, torna-se relevante apresentar diferentes perspectivas dessa modelação, tais como a soma do jogo, a estrutura dos conjuntos de estratégias ou o nível de informação dos jogadores. Por outro lado, a posição dos jogadores em termos da cooperação entre si é igualmente determinante para a forma como se trata a situação do ponto de vista dos modelos. Em consequência destas observações, o programa inclui, por um lado, um tópico vasto sobre jogos de soma nula, uma vez que se trata daquele para o qual existe mais desenvolvimento e, também, por constituir o paradigma fundamental dos cenários não cooperativos. Esse tópico é depois generalizado para os casos de soma não nula. A inclusão de jogos com conjuntos contínuos de estratégias permite mostrar a aproximação destas ferramentas modeladoras aos cenários mais típicos da microeconomia, tais como a teoria do consumidor e da relação entre oferta e preço. Os jogos dinâmicos incorporam em si outro tópico relevante da Teoria dos Jogos e a sua abordagem, apesar de ser transversal, mostra a importância que tem para abordar sistemas complexos iterativos. Por fim, a teoria dos jogos cooperativos é um tema de maior importância, sob o ponto de vista da forma como trata a divisão e alocação de recursos financeiros em cenários multi-agente.

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

Modeling multi-agent scenarios using game theory proves to be a very useful prescriptive approach in the business environment and in other complex systems. In this context, it becomes important to present different perspectives on that kind of modeling, such as the sum of the game, the structure of the strategy sets or the information level of the players. Moreover, the position of the players in terms of cooperation is also crucial to the way it handles the situation from the standpoint of the models. In consequence of these observations, the program includes, on the one hand, a broad discussion on zero-sum games, since it is the topic for which there is more development, and also because it represents the fundamental paradigm of non-cooperative settings. This topic is then generalized to the cases of general sum. The inclusion of a topic on games with continuous sets of strategies shows the approach of these modeling tools to more common settings in microeconomics, such as consumer theory and the relationship between supply and price. Dynamic games are another important topic of game theory and their approach shows how important it is to address iterative complex systems. Finally, cooperative game theory is a topic of major importance from the standpoint of how it deals with division and allocation of financial resources in multi-agent scenarios.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas, com recurso a folhas de exercícios. Avaliação escrita através de testes e exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and practical classes, using exercises. Written evaluation via periodical or final exams.

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

O tipo de conteúdo programático proposto para a unidade curricular necessita de uma exposição de forte pendor fundamental, para que seja possível trabalhar convenientemente as aplicações e tópicos apresentados. Por outro lado, para alicerçar os conhecimentos adquiridos é aconselhável o recurso a exercícios que permitam aos alunos um processo de descoberta relativamente aos diversos temas e modelos. Para avaliar os conceitos adquiridos, dada a natureza da matéria, é recomendável o recurso à avaliação escrita. Para incentivar o acompanhamento das aulas e da matéria dada, sugere-se a realização de testes intercalares.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The type of contents proposed for this course requires a fundamental based exposition, so that it's possible to work conveniently on the presented applications and topics. Moreover, to underpin the knowledge acquired throughout the course, it's advisable to use exercises to allow students a discovery process for the various themes and models. To evaluate the acquired concepts, given the nature of the contents, it's recommendable to use written evaluation means. To encourage students to follow lessons and the respective contents, intermediate exams should also be used.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Mendelson, E., *Introducing Game Theory and its Applications*, Chapman & Hall/CRC, 2004*
*Gardner, R., *Games for Business and Economics*, John Wiley & Sons, 1995*
*Hofbauer, J.; Sigmund, K., *Evolutionary Games and Population Dynamics*, Cambridge University Press, 1998*
*Weibull, J., *Evolutionary Game Theory*, MIT Press, 1995*
*Aumann, R.J.; Hart, S. (Eds.), *Handbook of Game Theory (with Economic Applications)*, Volume 1, 2 & 3, North Holland, 1980, 1994, 2002*
*Ferguson, T.S., *Game Theory Lecture Notes*, Dep. of Mathematics and Dep. of Statistics, UCLA*
*Binmore, K., *A Very Short Introduction to Game Theory*, Oxford University Press, 2007*
*Fudenberg, D.; Tirole, J., *Game Theory*, MIT Press, 1991*
*Peleg, B.; Sudh`olter, P., *Introduction to the Theory of Cooperative Games*, Springer, 2nd edition, 2007*
*Luce, R. D.; Raiffa, H., *Games and Decisions: Introduction and Critical Survey*, Dover Publications, 1989*
*Webb, J. N., *Game Theory: Decisions, Interaction and Evolution*, Springer, 1st Edition, 2006*

Anexo IV - Demografia

3.3.1. Unidade curricular:

Demografia

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

O objectivo deste curso é o de fornecer aos alunos uma introdução aos métodos demográficos básicos com especial incidência nos que podem também ser usados para outras populações biológicas.

No final do curso espera-se que o aluno:

- *Conheça algumas fontes de informação demográfica nacional e internacional;*
- *Saiba calcular as principais medidas demográficas e perceba como elas podem ser afectadas pela estrutura etária da população;*
- *Consiga utilizar e construir tabelas de mortalidade;*
- *Consiga construir e interpretar pirâmides etárias;*
- *Saiba identificar as propriedades das populações estacionárias e estáveis;*
- *Seja capaz de determinar e interpretar os parâmetros do modelo de Leslie*

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The aim of this course is to introduce students to the basic demographic methods, particularly those that can also be used in non-human biological contexts.

At the end of this course the student should know:

- *some sources of national and international demographic information;*
- *how to calculate the most important demographic measures and understand how they are affected by the age structure of the population;*
- *how to use and build life tables;*
- *how to build and interpret age pyramids;*
- *how to identify the properties of stationary and stable populations;*
- *how to determine and interpret the Leslie model parameters.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1 - Introdução: Populações e Dados Demográficos

Capítulo 2 - Medidas Demográficas

Capítulo 3 - Taxas e Probabilidades Específicas

Capítulo 4 - Fertilidade e Reprodução

Capítulo 5- Tabelas de Mortalidade

Capítulo 6 - Modelo de População Estacionária

Capítulo 7 - Modelo de População Estável

Capítulo 8 - Modelo Determinístico de Leslie

3.3.5. Syllabus:

Chapter 1 – Introduction : Populations and Demographic data

Chapter 2 – Demographic measures: mortality.

Chapter 3 – Specific rates and probabilities

Chapter 4 – Fertility and reproduction

Chapter 5 – Life tables

Chapter 6 – Stationary population model

Chapter 7 – Stable population model

Chapter 8 – Leslie deterministic model

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

Na primeira parte do curso (capítulos 1 a 4) o estudante familiariza-se com os principais conceitos demográficos, mortalidade, fertilidade, nupcialidade e migração, bem como com as suas diferentes medidas. Procura-se que o aluno adquira desenvoltura no cálculo dessas medidas bem como na comparação de taxas entre diferentes países, com recurso a diferentes tipos de padronização, através de exemplos reais que realçam as diferenças entre países mais e menos desenvolvidos.

Na segunda parte do curso (capítulo 5) apresenta-se as tabelas de mortalidade bem como os principais conceitos a elas associados como, por exemplo, a esperança de vida. É incentivada a consulta de tabelas de mortalidade reais e a sua utilização é exercitada em numerosos problemas, assim como a construção de tabelas de mortalidade para populações fictícias de tempo de vida curto e pequena dimensão.

Na terceira parte do curso (capítulos 6 a 8) apresentam-se os principais modelos de desenvolvimento populacional. Os exercícios propostos têm como objectivo a compreensão da evolução da dimensão e estrutura etária das populações sujeitas aos diferentes tipos de modelos. A construção de pirâmides etárias e a respectiva evolução temporal em países com diferentes estádios de desenvolvimento é aproveitada para apresentar a transição demográfica que tem vindo a ocorrer nas últimas décadas, com o aumento da esperança de vida e a diminuição da fertilidade, e as respectivas consequências sociais e económicas.

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

In the first part of the course (chapter 1 to 4) the student gets acquainted to the most important demographic concepts, mortality, fertility, nuptiality and migration as well as with their different measures. The objective is that the student acquires proficiency in the calculation of those measures and also on the comparison of rates between different countries via different types of standardization, through real examples that emphasize the differences between more and less developed countries.

In the second part of the course (chapter 5) life tables and the associated important concepts as, for instance, the live expectancy are presented. The consultation of real live tables is incentivized and its use is trained in numerous problems as well as the construction of life tables for fictitious small populations with short life span.

In the third part of the course (chapter 6 to 8) the principal models for the population temporal evolution are presented. The proposed problems are aimed to the understanding of the evolution of the dimension and age structure of populations subjected to the different types of models. The construction of population pyramids and their temporal evolution in countries with different stages of economic development is used to present the demographic transition which is occurring in the last decades, produced by a growing life expectancy and falling fertility, as well as their economic and social consequences.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino teórico e prático com especial ênfase na análise de dados demográficos reais.

Os estudantes devem fazer um exame final com uma parte em que deve resolver problemas de natureza prática e uma parte teórica mais focada em perguntas de resposta curta.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical and practical classes with special emphasis on the analysis of real demographic data.

The students must do a final exam with a part where they should solve problems of practical nature and a theoretical part more focused on questions of short answer.

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

O conteúdo das lições está organizado de tal forma que cada unidade de teoria é primeiro apresentada e seguida de um grande período de treino baseado em exercícios práticos envolvendo populações reais.

Todos os estudantes têm acesso a um computador na sala de aula e são encorajados a usar fontes de dados nacionais e internacionais bem como folhas de cálculo como por exemplo o Excel para melhorar a velocidade de cálculo das respostas aos problemas.

Durante esses períodos os alunos também são encorajados a discutir entre eles formas diferentes de responder aos problemas propostos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The content of the lessons is organized in such a way that in each one, a unit of theory is first presented and then followed by a large period of training based on practical exercises involving actual populations.

All the students have access to computers in the class and are encouraged to look for national and international sources of data as well as to use spreadsheets like Excel to improve the computation speed of the problems answer.

During those periods students are also encourage to discuss among themselves different ways of answering the proposed problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

Bandeira, M. L. (2004). Demografia. Objecto, teorias e métodos. Escolar Editora.

Brown, R. L., FSA, FCIA, ACAS (1997). Introduction to the Mathematics of Demography. ACTEX Publications.

Keyfitz, N. (1985). Applied Mathematical Demography. Springer-Verlag.

Nazareth, J. M. (1996). Introdução à Demografia, Teoria e Prática. Editorial Presença.

Pollard, J. H. (1993). Mathematical Models for the Growth of Human Populations. Cambridge University Press.

Preston, S.H., Heuveline P., Guillot M. (2001). Demography: Measuring and Modeling Population Processes. Oxford: Blackwell.

Thiessen, H. (1996). Measuring the Real World. Wiley.

Notas sobre a teoria e projecções do professor.

Anexo IV - Gestão e Controlo da Qualidade

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão e Controlo da Qualidade

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Isabel Calisto Frade Barão

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Os objectivos essenciais da cadeira são a aquisição de conhecimentos na área de Estatística Industrial. Será dado realce ao tipo de dados em Fiabilidade, dados sujeitos a mecanismos de censura diversificados e proceder-se-á a um estudo rudimentar de testes de vida. A ênfase fundamental da cadeira será contudo colocada na área de controlo em linha de produção ou serviço, pretendendo-se que os estudantes compreendam de forma clara o raciocínio subjacente às cartas de controlo e às políticas amostrais de inspecção.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The main objectives of this course are the acquisition of know-how in the area of Industrial Statistics. We shall give a special emphasis to the type of data in Reliability. Different censoring mechanisms will be put forward as well as a few kinds of life tests. We shall extensively discuss different methodologies related with on-line control. The students are expected to fully understand the reasoning behind control charts and sampling inspection policies.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Objectivos do Controlo Estatístico da Qualidade. Alguns Conceitos Básicos; Breve Introdução Histórica; Métodos Gráficos em Controlo da Qualidade; Alguns Conceitos de Fiabilidade.

2. Estatística e Controlo Estatístico de Processos. Breve Introdução às Cartas de Controlo; Características Primárias; Cartas de Controlo para Variáveis Quantitativas — Cartas de Médias, de Amplitudes e de Desvios Padrões; Cartas de Controlo para Variáveis Qualitativas — Cartas p, np e c; Cartas de Controlo Especiais — Cartas de Máximos/mínimos, cartas CUSUM e cartas EWMA; Políticas Amostrais FSI e VSI; Medidas de Capacidade do Processo; Intervalos de Tolerância e de Previsão; Testes de Aleatoriedade.

3. Tópicos especiais. Amostragem de aceitação. Planos por atributos e por variáveis. Risco do produtor e risco do consumidor.

3.3.5. Syllabus:

- 1. The aim of Statistical Quality Control. Basic Concepts; A Brief Historical Introduction; Graphical Procedures in Reliability and Control.*
- 2. Statistics and Statistical Process Control (SPC). A Brief Introduction to Control Charts; Primary Characteristics; Control Charts for Quantitative Variables — Xbar-Charts (Averages), R-Charts (Ranges) and S-Charts (Standard Deviations); Control Charts for Qualitative Variables — p-, np- and c-Charts; Special Control Charts — Max/min-Charts, CUSUM-Charts and EWMA-Charts; FSI and VSI Sampling Policies; Capacity Measures; Tolerance and Prevision Intervals; Randomness Tests.*
- 3. Special Topics. Acceptance Sampling. Lot-by-Lot Acceptance Sampling for Attributes. Acceptance Sampling for variables. Producer's risk and consumer's risk. Operating characteristic curve. Process Design and Improvement with Designed Experiments. Taguchi methods. 6-sigma.*

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

Os objectivos essenciais da cadeira são obter conhecimentos na área do Controlo da Qualidade, donde o programa ter sido estruturado com esse objectivo em mente: Objectivos, Estatística e Controlo Estatístico do Processo, Tópicos adicionais.

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

The main objectives of this course are the acquisition of knowledge in the area of Statistical Process Control. All chapters of the program are dedicated to Quality Control: Objectives, Statistics and Statistical Process Control, so syllabus coherence is achieved with the curricular unit's objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, com exposição da matéria e apresentação de exemplos.

Aulas teórico-práticas com resolução de exercícios e aulas práticas em laboratório de computadores, onde os alunos usam algumas facilidades dos pacotes estatísticos, na área de Controlo de Qualidade.

Avaliação contínua. Trabalho/Exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Firstly, there is a lecture on the topic of interest and this is followed by a practical session in which we solve exercises related to that topic. There are also laboratory classes where the students solve practical statistical problems using some statistical package facility in the area of Quality Control.

Continuous evaluation. Project/Final exam.

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

A apresentação dos resultados fundamentais sobre Controlo Estatístico da Qualidade nas aulas teóricas, combinada com a resolução de exercícios nas aulas práticas e a realização de um trabalho/exame constituem um alicerce sólido para atingir o objectivo da unidade curricular, de aquisição de conhecimentos na área da Estatística Industrial e Controlo da Qualidade.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The presentation of the fundamental results on Statistical Quality Control in lectures combined with problem solving in practical classes and passing a project / exam constitute a solid foundation for achieving the objective of the course, the acquisition of know-how in Industrial Statistics and Quality Control.

3.3.9. Bibliografia principal:

[1] Gomes, M. I., Figueiredo, F. and M.I. Barão (2010). Controlo Estatístico da Qualidade, 2ªed. Edições S.P.E.

[2]Ledolter, J. & C.W. Burrill (1999). Statistical Quality Control — Strategies and Tools for Continual Improvement. Wiley.

[3]Montgomery, D.C. (2009). Statistical Quality Control: a Modern Introduction, Wiley.

[4] Pearn, W.L. & Kotz, S. (2006). Encyclopedia and Handbook of Process Capability Indices: A Comprehensive Exposition of Quality Control Measures. World Scientific Publishing.

[5]Taguchi, G., Elsayed, E. & T. Hsiang (1989). Quality Engineering in Production Systems. Mc-Graw-Hill.

[6]Vardeman, S. & J.M. Jobe (1999). Statistical Quality Assurance Methods for Engineers. Wiley.

Anexo IV - Técnicas Heurísticas

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas Heurísticas

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Luis Eduardo Neves Gouveia

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Ana Maria Duarte Silva Alves Paias

Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Apresentação de alguma metodologias heurísticas em Investigação Operacional.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Introduction of some heuristic techniques in Operational Research.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução e Motivação.

Conceito de Heurística. Análise de heurísticas.

Heurísticas para o Problema do Caixeiro Viajante (como exemplo de vários temas):

Heurísticas de Melhoramento. Noção de Vizinhança. Vizinhanças Exponenciais de Pesquisa Polinomial.

Simulated Annealing

Introdução – breve perspectiva histórica; Procedimento básico de simulated annealing; Decisões genéricas; Decisões específicas;

Exemplos. Ajustes; Melhoramentos e modificações.

Algoritmos Genéticos

Introdução aos algoritmos genéticos, definições e conceitos básicos.

Algoritmo genético convencional. Operadores básicos.

Estudo da convergência de um algoritmo genético. Representação e codificação das soluções. Exemplos de aplicação

Tabu Search

Introdução – breve perspectiva histórica, Conceito de Metaheurística;

Procedimento básico; Variantes do algoritmo tabu search.

Exemplos. Melhoramentos e modificações.

Bibliotecas e Softwares de Optimização.

Introdução – breve perspectiva histórica;

Uma perspectiva unificadora.

3.3.5. Syllabus:

Introduction. The concept of heuristic.

Analysis of Heuristics:

Heuristics for the TSP (as an example of several topics):

Improving Heuristics: Neighborhood Structures.

Polynomial Searched Exponential Sized Neighborhoods

Simulated Annealing: Introduction, basic procedure, generic decisions, specific decision, tuning and improvements in the basic procedure.

Genetic Algorithms

Introduction to Genetic Algorithms (Gas). Reproduction, Crossover, Mutation, Fitness function. The structure of a basic GA.

Examples. Convergence of a GA. Solution codification and representation. Examples

Tabu Search

Introduction and historical perspective. Concept of Metaheuristic. Basic Procedure.

Variants of tabu search. Examples. Improvements and modifications.

Libraries and optimization softwares

Introduction. Basic Procedure.

A unifying Approach

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

O objectivo da cadeira é ensinar diferentes técnicas para obter (boas) soluções admissíveis para problemas combinatórios e mostrar como seleccionar a mais adequada na presença de um determinado problema.

Nesse sentido apresenta-se uma série de heurísticas com um aumento gradual de complexidade e de sofisticação e ilustrando diferentes técnicas de pesquisa no espaço de soluções.

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

The aim of the discipline is to teach different techniques for obtaining feasible solutions for combinatorial problems. At the same time, we want to teach how to select the best heuristic technique for a specific situation.

Thus, we present several heuristic techniques with increasing complexity and illustrating different space search techniques, in each case, illustrating its advantages and disadvantages.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino inclui a apresentação de um problema típico, seguido de diferentes heurísticas para esse problema. Em cada caso, mostra-se como aplicar a heurística para instâncias desse problema, para ilustrar vantagens e desvantagens da mesma.

Trabalho que engloba todas as componentes.

O Trabalho consiste na aplicação dos métodos a um problema específico

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching includes the presentation of a typical problem together with different heuristics for solving it. For each heuristic, we show how to use it for several instances of the problem in order to illustrate its advantages and disadvantages.

Work that includes all the subjects lectured.

The work consists in showing how to use the methods to solve a specific problem.

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

O ensino inclui a apresentação de um problema típico, seguido de diferentes heurísticas para esse problema. Em cada caso, mostra-se como aplicar a heurística para instâncias desse problema, para ilustrar vantagens e desvantagens da mesma.

Este estudo é, dentro do possível complementado com uma possível implementação e teste da mesma heurística. Em cada caso, avalia-se o que se ganha o que se perde com a aplicação das diferentes heurísticas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching includes the presentation of a typical problem together with different heuristics for solving it. For each heuristic, we show how to use it for several instances of the problem in order to illustrate its advantages and disadvantages.

The study is complemented with implementation and empirical testing of the heuristic.

3.3.9. Bibliografia principal:

Folhas de apoio dos docentes.

L. Davis (1996). *A Genetic Algorithms Tutorial*. In L. Davis (Ed), *Handbook of Genetic Algorithms*, pp 1-101. International Thomson Computer Press.

C. Duin, S. Voß (1999). *The pilot method*. *Networks* 34, 181-191.

Glover, F.W., Kochenberger, G.A. (eds.) (2003) *Handbook of Metaheuristics*, Kluwer, Boston [ISBN: 1-4020-7263-5].

F. Glover, M. Laguna (1997), *Tabu Search*. Kluwer, Boston.

D. Goldberg (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*. Addison Wesley, Reading, MA.

E. Lawler, J. Lenstra, A. Rinnooy Kan, D. Shmoys, "The Traveling Salesman Problem: Capítulos 5 e 7.

Z. Michalewicz (1992). *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Springer – Verlag.

J. Orlin, "Very Large Scale Neighborhood Search" (slides).

C. Reeves (1993). *Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems*, pp 151-196. Oxford:Blackwell.

S. Voß, D. Woodruff (eds.) (2002). *Optimization Software Class Libraries*. Kluwer, Boston [ISBN: 1-4020-7002-0].

Anexo IV - Optimização Não Linear

3.3.1. Unidade curricular:

Optimização Não Linear

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Fernando João Pereira de Bastos

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Pretende-se dar a conhecer aos alunos os aspectos essenciais da teoria da optimização e os métodos mais elementares e conhecidos para resolver problemas de optimização não linear, com e sem restrições.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Teach the students about the fundamental aspects of the optimization theory and the most elementary methods to solve nonlinear optimization problems, constrained or not.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

-Introdução aos conjuntos e funções convexas.

-Condições de optimização para problemas sem e com restrições. Condições KKT.

-Introdução à dualidade lagrangeana.

-Métodos para resolver problemas de optimização sem restrições (gradiente, Newton, gradientes conjugados, optimização univariada; breve introdução aos métodos quasi-Newton).

-Métodos para resolver problemas de optimização com restrições (penalidades, lagrangeanos generalizados,...).

3.3.5. Syllabus:

-Introduction to convex sets and functions.

-Optimality conditions for optimization problems with and without conditions. KKT conditions.

-Introduction to lagrangean duality.

-Algorithms to solve optimization problems without conditions (univariate optimization, steepest descent, Newton, conjugate gradients and a brief introduction to quasi-Newton methods).

-Algorithms to solve optimization problems with conditions (penalty methods, augmented lagrangean methods,...).

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

Conjuntos e funções convexas, condições de optimização e dualidade lagrangeana são os tópicos fundamentais e necessários para que qualquer estudante possua um conhecimento mínimo da moderna teoria da optimização linear. Os métodos de optimização sugeridos representam também as mínimas ferramentas fundamentais para qualquer estudante na área da optimização não linear.

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

Convex sets and functions, optimality conditions and lagrangean theory are the fundamental and necessary topics in order that any student has a minimal knowledge about modern theory of nonlinear optimization. The suggested methods are members of the minimal set of fundamentals tools for any student in the nonlinear optimization field.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologia de ensino: aulas teóricas e aulas práticas em laboratório.

Avaliação: testes parciais, trabalhos e/ou exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching methodologies: theoretical classes and practical classes at a laboratory.

Evaluation: partial exams, practical works and / or final exam.

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

Nas aulas teóricas serão ensinados os conhecimentos teóricos fundamentais bem como os fundamentos dos métodos de optimização. Nas aulas práticas em laboratório, irão ser aplicados os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. A avaliação sobre a aprendizagem de conceitos teóricos será feita através dos exames/testes parciais e avaliação das metodologias práticas

será feita através de trabalhos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The fundamental theoretical concepts and results will be taught in the theoretical classes. At the practical laboratorial classes, there will be concrete applications of those concepts. Evaluation about theoretical concepts will be done using exams/partial exams. Evaluation about practical methodologies will be done using practical works.

3.3.9. Bibliografia principal:

M.S. Bazaraa, H.D. Sherali e C.M. Shetty, Nonlinear Programming, theory and algorithms, John Wiley & Sons.

Anexo IV - Métodos Computacionais

3.3.1. Unidade curricular:

Métodos Computacionais

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Antónia da Conceição Abrantes Amaral Turkman e António José Lopes Rodrigues

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Preende-se habilitar os estudantes na utilização de R e MATLAB — duas linguagens de programação e ambientes de computação de quarta geração, bastante comuns em aplicações científicas.

Preende-se também complementar conhecimentos obtidos ou a obter noutras disciplinas, relativamente ao processamento de dados e à resolução de problemas, especialmente no âmbito da Estatística e da Investigação Operacional.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

This course aims to qualify students in using R and MATLAB — these are fourth generation programming languages and computing environments which are quite common in scientific applications.

This course also aims to complement the skills and knowledge provided by other courses concerning data processing and problem solving, especially within Statistics and Operational Research.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1: Linguagem R e aplicações

- 1. Conceitos fundamentais da linguagem R;*
- 2. R como ambiente de cálculo, de representação e visualização gráfica;*
- 3. Programação em R; programação básica, programação com funções;*
- 4. Estruturas sofisticadas de dados; construção e edição de bases de dados;*
- 5. Métodos eficientes de programação;*
- 6. Aplicações: resolução de sistemas de equações não lineares; integração numérica; simulação;*
- 7. Estudos de caso.*

Módulo 2: Linguagem MATLAB e aplicações

- 1. Bases de programação: I/O, operações com matrizes, comandos estruturados;*
- 2. Representação gráfica e visualização;*
- 3. Estruturas de dados especiais, e aplicações: matrizes esparsas e arrays multidimensionais;*
- 4. Estimação recursiva e filtragem optimal: métodos RLS e Filtro de Kalman;*
- 5. Optimização não linear e ajustamento de curvas: Algoritmo do simplex de Nelder-Mead.*

3.3.5. Syllabus:

Module 1: The R language and applications

- 1. Basic concepts;*
- 2. R as a computing environment; graphics;*
- 3. Programming in R; basic programming; programming with functions;*
- 4. Sophisticated data structures; design and edition of databases;*
- 5. Efficient programming techniques;*
- 6. Applications: solution of systems of non-linear equations; numerical integration; simulation.*
- 7. Case studies.*

Module 2: The MATLAB language and applications

- 1. Programming basics: I/O, operations with matrices, flow control commands;*
- 2. Graphics and visualization;*
- 3. Special data structures, with applications: sparse matrices and multidimensional arrays;*
- 4. Recursive estimation and optimal filtering: Recursive Least Squares and the Kalman Filter;*
- 5. Nonlinear optimization and curve fitting: the Nelder-Mead simplex algorithm.*

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

As linguagens R e MATLAB são instrumentos de programação utilizados noutras disciplinas como apoio à análise e resolução de problemas reais. Os conteúdos programáticos propostos permitem ao estudante aprender a programar nestas linguagens e a aplicá-las na resolução de algumas questões, que serão posteriormente a chave para a resolução de problemas práticos que o estudante irá enfrentar no seu percurso escolar e profissional. As questões abordadas no ponto 6 do módulo 1 e 4 e 5 do módulo 2 permitem ainda cimentar e complementar conhecimentos adquiridos noutras disciplinas.

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

R and MATLAB are programming languages used in other disciplines as a computational support for the practical application of mathematical models to real-world problems. The proposed syllabus enables the students to learn the basics of those languages and apply them to key issues in solving practical problems that the student will likely encounter during the course and afterwards, in professional life. The problems which will be approached in item 6 of module 1 and items 4 and 5 of module 2 will serve, as well, to complement skills and knowledge provided by other curricular units.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas e teórico-práticas, trabalho a desenvolver pelos alunos.

Utilização intensiva dos pacotes de software (R e MATLAB), em sessões de demonstração, e para a realização de exercícios e trabalhos.

Avaliação: exame final, trabalhos.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures and practical work done by students.

Intensive usage of the software packages (R and MATLAB), both in demonstration sessions, and for coursework and assignments.

Evaluation: final written exam; assignments.

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

As metodologias de ensino referidas correspondem directamente aos propósitos de desenvolvimento de competências nas duas linguagens, numa vertente bastante experimental.

As aulas tutoriais sobre os métodos e temas de aplicação em computação científica, os trabalhos propostos, e a avaliação por exame escrito destinam-se à aquisição e consolidação de conhecimentos metodológicos e experimentais sobre esses temas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methodologies mentioned above directly correspond to the purpose of enabling students to develop skills in both languages, following a very experimental approach.

The tutorial classes on the scientific computing methods and application topics, as well as the assignments proposed and the written exam aim the acquisition and consolidation of methodological and experimental knowledge on those topics.

3.3.9. Bibliografia principal:

Módulo 1:

J. Owens, R. Maillardet and A. Robinson, "Introduction to Scientific Programming and Simulation Using R", CRC Press, 2009.

W.J. Braun and D.J. Murdoch, "A First Course in Statistical Programming with R", Cambridge University Press, 2008.

Módulo 2:

—, MATLAB 7 Documentation, The Mathworks, Inc., 2010.

B.D. Hahn, D.T. Valentine, "Essential MATLAB for Engineers and Scientists, 3rd ed.", Elsevier, 2007.

F. van der Heijden et al, "Classification, Parameter Estimation and State Estimation", Wiley, 2004.

S. Haykin, "Adaptive Filter Theory, 4th ed.", Prentice-Hall, 2001.

W.Y. Yang et al, "Applied Numerical Methods Using MATLAB", Wiley, 2005.

Anexo IV - Ciências e Sistemas de Informação Geográfica

3.3.1. Unidade curricular:

Ciências e Sistemas de Informação Geográfica

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Cristina Maria Sousa Catita

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Este curso tem como objectivo principal introduzir os alunos os conceitos fundamentais de Ciência da Informação Geográfica, de modo a que os alunos de modo a que adquiram as seguintes competências:

- desenvolver e dominar as técnicas e as metodologias de aquisição e representação de informação espacial georeferenciada;*
- dominar os processos e ferramentas utilizados para a modelação, armazenamento, gestão e acesso da informação georeferenciada;*
- aplicar e desenvolver estratégias e metodologias para exploração da informação e extracção do conhecimento adequados à análise de fenómenos geoespaciais;*

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The main objective of this course is to provide an introduction to the fundamental concepts of Geographic Information Science, in terms of understanding spatial data, and how to analyze and display it using a GIS System; The course focuses on laboratory exercises with the goal of giving students hands on experience in using GIS technology;

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Ciência e Sistemas de Informação Geográfica.

2. Noções básicas de Cartografia.

3. Aplicações SIG.

4. Natureza dos dados geográficos e sua representação computacional.

5. Georeferenciação.

6. Modelos de dados em SIG.
7. Aquisição de dados para SIG.
8. Criação e Gestão de Base de Dados SIG.
9. Análise Espacial de informação geográfica.
10. A estatística e a análise espacial.
11. Modelação em SIG.
12. Incerteza em SIG.
13. Técnicas de validação de resultados.
14. Geovisualização.
15. Produção de documentos finais para impressão.
16. Software SIG.
17. Os SIGs na WEB.
18. Implementação de um SIG nas organizações.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction: Geographic Information Systems and Science
2. Fundamentals of Cartography
3. GIS applications
4. The nature of geographic data and Computational Representation of geographical data.
5. Georeferencing
6. GIS data Models
7. GIS data collection
8. Creating and Maintaining geographic databases
9. Spatial data Analysis
10. Statistics in GIS
11. Spatial Modeling with GIS
12. Uncertainty
13. Data validation
14. Geovisualization
15. Layouts production
16. GIS Software
17. WebGIS
18. GIS Projects Implementation

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

A componente teórica do curso de CSIG pretende fornecer aos alunos os conceitos básicos da ciência da informação geográfica, enquanto que os exercícios laboratoriais dão ao aluno a experiência e a prática para manipularem dados num sistema de informação geográfica, usando diferentes estruturas computacionais, diferentes formatos de dados, e diferentes aplicações informáticas tentando assim corresponder aos objectivos propostos para esta unidade curricular.

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

The conceptual framework for the Geographic Information Science and Systems introduced on this course conjugated with the lab exercises where several data structures, several data formats and several GIS software packages are used, give to the student the ability and the knowledge to manage properly geographic information data and use it in different geographic applications.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas, sobre cada um dos tópicos do programa, são leccionadas usando Slides projectados em ecrã de parede. As aulas práticas são realizadas em computador usando software específico de Sistemas de Informação Geográfica e em cada aula os alunos têm acesso ao tutorial dos exercícios que realizam. Todo o material é disponibilizado ao aluno digitalmente através da web.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical classes are taught with projected slides covering each of the programmatic topics. Practical classes are taught in computers using specific GIS software accompanied with exercises tutorials. All the material is presented to the student in digital format accessed by web.

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

Na componente teórica deste curso o aluno assiste a uma exposição teórica da matéria associada a ilustração de imagens, sempre que possível, relativas a exemplos práticos, dos vários assuntos que cobrem a temática do curso. Para cada temática são fornecidos ao aluno documentos, textos, papers, indicação de capítulos de livros que se considerem relevantes para o seu estudo mais aprofundado. Na componente prática o aluno realiza exercícios práticos que cobrem as diferentes fases da construção de uma base de dados geográficos, desde a aquisição, edição, análise e produção de mapas finais em software SIG (e.g. ArcGIS, Geomedia, GRASS, GvSIG).

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The theoretical component of this course is composed of individual chapters exposed during the classes where related practical examples are also shown. For each chapter, students are invited to read related texts, papers or book chapters. In the lab classes students have the possibility to learn the several stages to build geographic databases, from acquisition, edition, analyze to final map production, using specific GIS software (e.g. ArcGIS, Geomedia, GRASS, GvSIG).

3.3.9. Bibliografia principal:

1. *Geographic Information Systems and Science 3e*. Paul A. Longley (University College London), Mike Goodchild (University of California), David J. Maguire (Birmingham City University, UK), David W. Rhind (City University). August 2010.
2. Matos, J.L. (2008) : *Fundamentos da Informação Geográfica*, (5ª edição) Lidel.
3. Burroughs, P.P. e McDonnell, R.A. 1998, *Principles of GIS*, Oxford University Press, pp. 299

Anexo IV - Logística

3.3.1. Unidade curricular:

Logística

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Ana Maria Duarte Silva Alves Paias

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*Maria Eugénia Vasconcelos Captivo
Luís Eduardo Neves Gouveia*

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Pretende-se que os alunos tenham uma visão geral da logística e do seu papel nas organizações. Que dominem e saibam aplicar modelos e técnicas de Investigação operacional para resolver problemas de Logística.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The students should acquire a global vision of logistics and its role in organizations. Students should know how to use operational research models and techniques to solve logistic problems.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Logística

Actividades, gestão, estratégias e modelos logísticos. Cadeia de abastecimento.

2. Gestão de stocks

Introdução.

Modelos determinísticos: Modelo básico e variantes: ruptura de stock, reposição não instantânea, múltiplos artigos e restrições.

Modelos estocásticos: período único; revisão periódica; revisão contínua.

3. Localização

Introdução.

Localização contínua.

Localização em Rede e Localização Discreta: Localização Simples, p-Mediana, Restrições de Capacidade.

Outros Critérios em Modelos de Localização. Um Sistema de Apoio à Decisão.

4. Distribuição

Caixeiro-viajante: Formulações estendidas e naturais; métodos de resolução; heurísticas.

Otimização de Rotas: formulações estendidas e naturais; métodos de resolução; heurísticas.

Variantes.

5. Escalonamento de Pessoal

Introdução.

Gerador de serviços.

Modelos matemáticos: modelos em redes, modelos de cobertura e partição;

Relaxações e geração implícita dos serviços;

Decomposição;

Modelo Agregado.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction to Logistics

Logistic activities, logistic management, logistic strategies and logistic models.

The supply chain. Quantitative issues in logistics.

2. Inventory Models

Introduction.

Deterministic models: The EOQ model. Variants: quantity discounts, shortages allowed, non instantaneous resupply; Multi-item with storage limitations.

Stochastic models: Single period; Periodic review and Continuous review models.

3. Location

Introduction

Continuous Location. Network and Discrete Location: Uncapacitated, p-median, capacitated.

Other criteria. A DSS for Location.

4. Distribution Problems

Traveling salesman and vehicle routing problem: Extended and natural formulations, solution approaches and heuristics.

Variants.

5. Staff scheduling

Introduction

Duty generator.

Mathematical Programming Models: Network models and Set partitioning /Covering models.

Relaxations and implicit duty generation.

Decomposition.

Aggregated model

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

No primeiro capítulo pretende-se dar uma visão abrangente da logística ilustrando-se o seu papel nas empresas e da sua influência a vários níveis de decisão. Desta forma o aluno toma consciência do que pode ser alcançado em termos de eficiência (traduzida por exemplo em minimização de custos), com um melhor planeamento e gestão de um sistema logístico. Nos capítulos seguintes pretende-se abordar problemas específicos que tipicamente surgem no âmbito da logística. Para cada um deles estudam-se modelos matemáticos que permitem resolvê-los destacando as suas vantagens e desvantagens.

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

In the first topic the main aim is to give a general view of logistics and its role in the organizations as well as its impact at several decision levels. This way, students realize the impact in efficiency resulting from better planning and management in logistic systems. In the following topics several problems arising in the area of logistics are presented as well as models, for each case, to solve them. Advantages and disadvantages of the given models will be discussed.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é leccionada por módulos (um por capítulo). Em todos os módulos, nas aulas teóricas os conceitos, modelos e técnicas são apresentados essencialmente por método expositivo. Nas aulas teórico-práticas, são propostos vários exercícios para os alunos resolverem, os quais permitem complementar e consolidar os conceitos introduzidos nas aulas teóricas. A avaliação é feita por trabalho.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is lectured by modules (one for each chapter). In each one, the concepts, models and techniques are presented in the theoretical lessons while in the practical lessons the students should solve selected exercises, which complement and help to consolidate theoretical subjects.

Evaluation is done by a working project.

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

Os modelos e técnicas apresentados nas aulas teóricas conjugados com os exercícios propostos nas aulas teórico-práticas permitem aos alunos modelar e resolver problemas semelhantes que surjam no âmbito da logística. De forma a avaliar se os alunos desenvolveram as competências pretendidas, é-lhes dado um trabalho onde terão que abordar problemas baseados em situações reais.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The models and techniques presented in the theoretical lessons together with the exercises given in the practical lessons give the students the knowledge to model and solve similar problems arising in the area of logistics. Problems based on real applications are given in the research project in order to evaluate whether the students have acquired the required skills.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Bramel, J., Simchi-Levi. "The Logic of Logistics. Theory, Algorithms, and Applications for Logistics Management", Springer 1997.
Lawler, E.L., Lenstra, J.K., Rinooy Kan, A.H.G., Shmoys, D.B. (eds) "The traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization", Wiley, 1985.*

Mirchandani, P. B., Francis, R. L. (eds), "Discrete Location Theory", John Wiley & Sons, 1990.

Hillier, F. and Lieberman, G. "Introduction to Operations Research" McGraw-Hill International Editions, 2005.

Toth, P., Vigo, D.: An overview of vehicle routing problems. In Toth, P., Vigo, D. (Eds.): The Vehicle Routing Problem. SIAM, Philadelphia, Pennsylvania, 2000.

Voss, S., Daduna J. (eds), "Computer-Aided Scheduling for Public Transport". Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 505. Springer 2001.

Fernandes, S., M. E. Captivo, J. Clímaco, 'SABILOC - Um Sistema de Apoio à Decisão para Análise de Problemas de Localização Bicritério', Pesquisa Operacional 27 (3), 607-628, 2007.

Anexo IV - Introdução às Bases de Dados

3.3.1. Unidade curricular:

Introdução às Bases de Dados

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Francisco José Moreira Couto

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Aprender os princípios fundamentais dos sistemas de gestão de bases de dados, por forma a adquirir capacidade para desenvolver e gerir uma base de dados relacional.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

Learn the standard principles of relational database management systems, in order to be able to develop and manage a relational database.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução aos sistemas de base de dados

- *Introdução à modelação de base de dados*
- *Modelo relacional*
- *SQL: queries, constraints, triggers*
- *Aplicações da Internet*
- *Gestão de Transações*
- *Segurança*

3.3.5. Syllabus:

- *Overview of Database Systems*
- *Introduction to Database Design*
- *Relational Model*
- *SQL: queries, constraints, triggers*
- *Internet Applications*
- *Transaction Management*
- *Security*

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

Os conteúdos programáticos indicados são os que se consideram determinantes para que os estudantes aprendam os princípios fundamentais dos sistemas de gestão de bases de dados e adquiram a capacidade para desenvolver e gerir uma base de dados relacional.

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

The syllabus given are those that are considered crucial for the students to be able to learn the standard principles of relational database management systems and to develop and manage a relational database.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Métodos expositivo, demonstrativo e activo-participativo. Exame + Projecto.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Expositive, demonstrative, and active-participative methods. Exam + Project.

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

As metodologias de ensino utilizadas estão consolidadas pela prática docente na área de informática e têm comprovado ser as adequadas na aquisição das competências pretendidas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methods used are consolidated by teaching practice in computer science and have proven to be the right ones in developing the skills required.

3.3.9. Bibliografia principal:

Database Management Systems, Ragu Ramakrishnan, Second Edition, McGraw-Hill, 2000

Anexo IV - Tecnologia de Bases de Dados

3.3.1. Unidade curricular:

Tecnologia de Bases de Dados

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

António Manuel Silva Ferreira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

A disciplina tem como objectivo apresentar os conceitos e tecnologias que constituem as fundações dos sistemas de gestão de bases de dados (SGBDs), com ênfase nos SGBDs relacionais. Os SGBDs são dos sistemas mais complexos e abrangentes da Informática, sendo muitas das suas técnicas largamente empregues no desenvolvimento de muitos outros sistemas e aplicações. Ao fazer uma dissecação dos SGBDs modernos, a disciplina ilustra o seu funcionamento à luz das noções adquiridas nas disciplinas fundamentais da formação em Informática, desde a lógica e algoritmos, aos sistemas operativos e engenharia da programação.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The database technology course presents the core concepts and technologies of database management systems (DBMSs), with emphasis on relational DBMSs. DBMSs are one of the most complex types of systems and employ many of the basic concepts in computer science. Many of the used techniques and solutions are prevalent in the development of many other systems and computer applications. The course dissects the innings of a database engine and illustrates its functioning by applying many of the essential notions from the fundamental courses in Informatics, from logic and algorithms to operating systems and software engineering.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Componentes de um sistema de gestão de bases de dados. Organização física de dados e métodos de acesso. Processamento de

interrogações, realização de operadores relacionais, e afinação de desempenho. Gestão de transações. Controlo de concorrência e recuperação de faltas. Segurança de informação em bases de dados relacionais. Bases de dados paralelas e distribuídas.

3.3.5. Syllabus:

Components of a database management system. Physical data organisation and access methods. Query processing, evaluation of relational operators, and performance tuning. Transaction management. Concurrency control and crash recovery. Information security in relational databases. Parallel and distributed databases.

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

Os conteúdos programáticos indicados são os que se consideram determinantes para que os estudantes aprendam os conceitos e tecnologias que constituem as fundações dos sistemas de gestão de bases de dados (SGBDs), com ênfase nos SGBDs relacionais.

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

The syllabus given are those that are considered crucial for the students to be able to learn concepts and technologies of database management systems (DBMSs), with emphasis on relational DBMSs.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Um sistema de gestão de base de dados é dissecado nas aulas teóricas ao longo do semestre. Nas aulas práticas e de laboratório, os alunos desenvolvem e afinam um sistema de informação e demonstram a carga máxima de pedidos que este é capaz de suportar.

Existem dois métodos de avaliação: a) projeto (35%), 2 testes durante as aulas (27,5% + 27,5%), e participação nas aulas (10%); ou b) projeto (35%), exame (55%), e participação (10%). O projeto é avaliado em quatro etapas distintas durante o semestre. Os alunos com estatuto de trabalhador-estudante podem substituir a participação nas aulas por respostas a questões semanais.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A database management system is dissected in the lectures throughout the semester. In the practical and laboratory classes, students develop and tune an information system and demonstrate the maximum workload it is capable of handling.

There are two evaluation methods: a) project (35%), 2 midterm tests (27,5% + 27,5%), and class participation (10%); or b) project (35%), final exam (55%), and class participation (10%). The project is evaluated in four distinct stages over the semester. Students who are also workers can replace class participation with answers to weekly questions.

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

As metodologias de ensino utilizadas estão consolidadas pela prática docente na área de informática e têm comprovado ser as adequadas na aquisição das competências pretendidas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The teaching methods used are consolidated by teaching practice in computer science and have proven to be the right ones in developing the skills required.

3.3.9. Bibliografia principal:

Raghu Ramakrishnan e Johannes Gehrke, Database Management Systems, McGraw-Hill, 3ª edição, 2002, ISBN 0072465638

Steven Feuerstein e Bill Pribyl, Oracle PL/SQL Programming, O'Reilly, 5ª edição, 2009, ISBN 0596514468

Jim Gray e Andreas Reuter, Transaction Processing: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann, 1993, ISBN 1558601902

Anexo IV - Programação Por Objectos

3.3.1. Unidade curricular:

Programação Por Objectos

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

João Pedro Guerreiro Neto

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

Pretende-se que o aluno adquira os conceitos e as técnicas fundamentais da programação centrada em objectos, com ênfase na abstracção em classes, herança, polimorfismo e excepções; pretende-se igualmente que o aluno aprenda a manusear a linguagem de programação Java.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The students should acquire the concepts and fundamental techniques of object-oriented programming, with emphasis on abstract classes, inheritance, polymorphism and exceptions. Also, the students should learn how to program in Java.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Classes Java enquanto tipos com implementação, configuração e comportamento das classes (Atributos, métodos), criação de objectos. Noção de cliente e fornecedor, encapsulamento de informação. Abstracção e interfaces. Herança e Polimorfismo. Excepções. Asserções e programação por contrato. Noções de programação por eventos. Classes genéricas.

3.3.5. Syllabus:

Java classes and objects. Classes as types. Customer and supplier. Encapsulation, private and public access. Abstract Classes and Interfaces. Inheritance and Polymorphism. Exceptions. Assertions and Programming by Contract. Generics and Java Collections.

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

São leccionados os principais conceitos relativos à programação orientada por objectos, nomeadamente, os mecanismos de herança, polimorfismo e abstracção, que permitem dar ao aluno um conhecimento sólido deste paradigma de programação.

A aprendizagem é complementada pela discussão da programação por contracto, que estabelece um vínculo forte entre o serviço público de uma classe e o seu domínio de aplicação. Para além disso, são ainda ensinadas ferramentas para lidar com a robustez de um programa (via excepções) e como encapsular operações não específicas a qualquer tipo de dados via classes genéricas.

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

We lecture the main concepts from object-oriented programming, namely, inheritance, polymorphism and abstraction, which give the student a solid background in this specific programming paradigm.

This learning is complemented by a discussion regarding contract programming, which establishes a strong connection between the class public service and its application range. Also, the student learns about program robustness (using exceptions) and how to encapsulate operations not specific to any particular data type using generic classes.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto: 4 valores (ponderado com um teste individual sobre o projecto)

Exame final: 16 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project: 4 points (weighted by an individual test about the project)

Final Exam: 16 points

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

O uso de projecto em grupos de reduzida dimensão, neste caso dois alunos, força cada aluno a ter prática de programação e experimentar, num caso prático de relativa complexidade, a maioria dos conceitos apresentados na cadeira. O exame testa o conhecimento de toda a matéria numa base individual.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

A project with reduced teams, in our case two students, forces each student to program and experiment, in a relative complex situation, the curricular unit's concepts. The exam tests the entire curricular unit's syllabus in an individual basis.

3.3.9. Bibliografia principal:

Programação, Algoritmos e Estruturas de Dados, 2ed. João Pedro Neto. Escolar Editora 2008 ISBN 9725922163.

Anexo IV - Amostragem

3.3.1. Unidade curricular:

Amostragem

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Lucília Salema e Carvalho

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

Maria Fernanda Nunes Diamantino

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

No final do curso o estudante deve estar habilitado a escolher a melhor estratégia de amostragem e de estimação quando planear uma sondagem.

O estudante deve também ficar habilitado a trabalhar com o package de amostragem do software SPSS de forma a poder estudar o efeito de diversas técnicas alternativas de sondagem e estimação aplicadas a dados referentes a grandes populações reais.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

At the term of the course the student should be able to choose the best strategy of sampling and estimation when planning a survey.

The student should also be able to work with the software SPSS sampling package in such a way that he can study the effect of several alternatives of sampling and estimation techniques applied to data related with large real populations.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução Geral sobre sondagens e métodos de amostragem empíricos: Populações e amostras; Bases de amostragem, Censos; Sondagens; Amostragem de importância; Amostragem intencional; Amostragem por quotas.

2 - Métodos de amostragem probabilísticos e estimadores:

Amostragem aleatória simples; Amostragem aleatória estratificada; Amostragem com probabilidades desiguais; Amostragem por grupos; Amostragem sistemática; Amostragem por etapas;

Estimadores da média, do total, de proporções e quantis.

3.3.5. Syllabus:

- 1 - *General introduction surveys and empirical sampling methods: Populations and samples; Sampling frames; Census; Surveys; Convenience sampling; Judgment sampling; Quota sampling.*
- 2 – *Probabilistic sampling methods: Simple random sampling; Stratified random sampling; Sampling with unequal probabilities; Cluster sampling; Systematic sampling; Multi-stage sampling.*
- 3 - *Imputation methods for non-response.*

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

*Na primeira parte do curso familiariza-se o estudante com a terminologia da amostragem e com algumas técnicas não probabilísticas de sondagem a que o cidadão comum está habitualmente sujeito hoje em dia.
Na segunda parte do curso é apresentada a teoria que permite ao aluno ficar a conhecer as técnicas de amostragem probabilística mais importantes e a compreender as vantagens e desvantagens de planos de amostragem e de métodos de estimação alternativos de forma a poder cumprir o primeiro objectivo da disciplina: saber escolher um plano de sondagem e os estimadores mais eficazes a aplicar em cada situação particular.
Finalmente na última parte do curso o aluno aprende algumas técnicas para lidar com o fenómeno da não resposta que se está a tornar muito frequente e, por isso, a impor um tratamento a posteriori cada vez mais importante dos resultados das sondagens.*

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

*In the first part of the course the student gets familiar with the sampling terminology and with some non probabilistic survey techniques with which the common citizen is frequently confronted in our days.
In the second part of the course it is presented the theory that allows the student to know the most important techniques of probabilistic sampling and to understand the advantages and disadvantages of alternative sampling plans and estimation methods in order to fulfil the first objective of the course: to know how to choose a survey sampling plan and the most efficient estimators to apply in each particular situation.
Finally, in the last part of the course the student learns some techniques to deal with the non response phenomenon which is becoming very frequent and, for that reason, to impose a posteriori treatments to the survey results whose importance is increasing.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*O ensino é uma combinação de aulas teóricas e análise de aplicações reais.
Aulas práticas: Resolução de exercícios teóricos com acompanhamento do professor e utilização do package de amostragem do software SPSS para extrair amostras e calcular estimadores para características de variáveis presentes em grandes ficheiros.
O método de avaliação inclui um exame final envolvendo uma questão teórica e uma questão prática resolvida através do software SPSS em frente ao computador e a apresentação facultativa de um trabalho prático com relatório escrito.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The teaching is a combination of theoretical lessons and analysis of real applications.
Practical lessons: Assisted resolution of theoretical problems and use of the software SPSS sampling package to extract samples and calculate estimators for characteristics of variables present in a large database.
The evaluation method includes a final exam combining one theoretical question and a practical question solved using the SPSS software and a facultative presentation of a practical work with written report.*

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

*Cada aula teórica é seguida de uma aula prática em que são resolvidos exercícios práticos referentes à matéria apresentada.
Igualmente, cada uma das técnicas de amostragem é depois treinada com conjuntos de dados reais usando o software SPSS o que permite cumprir o segundo objectivo do curso: comparar alternativas de metodologias de sondagem e diversos estimadores de forma a saber escolher a mais adequada em cada situação real.*

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

*Each lesson that presents a theory unit is followed by a practical lesson where practical exercises referring to the theory presented before are solved.
Equally, each sampling technique is then trained with real data samples using the SPSS software which allows fulfilling the second course objective: compare alternatives of survey methodologies and several estimators in such a way that the most adequate technique for each real situation is chosen.*

3.3.9. Bibliografia principal:

- Barnet, V. (1991). Sample Survey. Principles and Methods. Oxford University Press.
Cochran, W. G. (1997). Sampling Techniques. Wiley.
Johnson, P. O. (2003). Modern Sampling Methods: Theory, Experimentation; Applications. Textbook Publishers.
Lee, E. S., Forthofer, R. N., Lorimor, R.J. (2006). Analyzing Complex Survey Data. Newbury Park, CA: Sage Publications
Rubin, D. B. (1987). Multiple Imputation for non-response in surveys, New York: Wiley.
Sarndall, K.-E., Swensson, B., Wretman, J. (1992). Model Assisted Survey Sampling. Springer.*

Anexo IV - Complementos de Processos Estocásticos

3.3.1. Unidade curricular:

Complementos de Processos Estocásticos

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

Maria Lucília Salema e Carvalho

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

O objective do curso é dar um apanhado de dois importantes conjuntos de processos: Os processos gaussianos e os processos de Poisson tanto em R como em R^2 . No final do curso o estudante deve ser capaz de utilizar pacotes do software R para modelar estes tipos de processos.

3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:

The objective of the course is to give a overview of two important sets of processes: Gaussian and Poisson processes both in R and in R^2 . At the end of the course the student should be able to apply R software packages to model both types of processes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Processos Gaussianos em R
Definições e propriedades
Movimento Browniano:
Propriedades
Propriedades das trajectórias
Ponte browniana.
Processos Gaussianos espaciais
Estacionaridade em campos aleatórios gaussianos
Propriedades do variograma e covariograma
Isotropia e anisotropia
Kriging
Processos de renovamento
Definição e propriedades;
Equações de renovamento e teorema do renovamento
Aplicações
Processos pontuais em R
Definição e propriedades.
Processo de Poisson
Propriedades dos tempos de espera.
Processo de Poisson não homogéneo
Processos de Pontuais espaciais
Conceitos básicos
Processos de segunda ordem
Processo de Poisson homogéneo
Estimação das funções distribuição do espaço vazio e do vizinho mais próximo
Modelos: Processos de Poisson Aglomerados;
Processos de Poisson não homogéneos
Processos de Cox
Processos pontuais de Markov
Processos Pontuais espaço-temporais.*

3.3.5. Syllabus:

*Gaussian processes in R
Definitions and properties
Brownian motion: Properties; Properties of trajectories; Brownian bridge.
Spatial Gaussian Processes
Stationarity in Gaussian random fields
Properties of the variogram and covariogram
Isotropy and Anisotropy
Kriging
Renewal processes
Definition and properties
Renewal equations and renewal theorem
Applications
Point processes in R
Definition and properties
Poisson process
Waiting time properties
Non-homogeneous Poisson process
Spatial Point Processes
Basic concepts
Second order processes
Homogeneous Poisson Process
Estimation of the empty space and closest neighbor distribution functions
Models: Cluster Poisson process
Non-homogeneous Poisson process
Cox process
Markov Point Process
Spatial-temporal Poisson process*

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

A primeira parte do programa inclui a matéria indispensável a um conhecimento profundo dos modelos gaussianos tanto em R como em R^2 . No primeiro caso é estudado em pormenor o movimento browniano que é um caso particular mais importante deste tipo de processos.

No caso dos modelos gaussianos espaciais é também apresentada a teoria básica necessária para que se possa chegar a entender e utilizar diversas técnicas de estimação de modelos e de kriging. Na segunda parte do curso são estudados os modelos de renovamento e as suas principais propriedades o que permite, na terceira parte do curso, apresentar os processos pontuais de Poisson em R , como um caso particular destes processos. Na terceira parte do curso são apresentadas as propriedades fundamentais dos processos pontuais em R e em R^2 e os principais modelos são estudados o que permite fornecer uma panorâmica bastante larga das muitas aplicações dos processos pontuais a situações reais.

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

The first part of the course includes the theory that provides a profound knowledge of the Gaussian models in R and in R^2 . In the first case the Brownian motion, which is the most important particular case of this type of processes, is studied in detail. In the case of the spatial Gaussian processes, it is presented the basic theory necessary to the understanding and use of the different techniques of model estimation and kriging. In the second part of the course the renewal processes and their main properties are studied allowing, in the third part of the course, the presentation of the Poisson point process in R as a particular case of this type of processes. In the third part of the course the fundamental properties of the point processes in R and R^2 are presented. The most important models of this type of processes are studied which allows a very wide overview of the many applications of point processes to model real situations which is one of the goals of the course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O curso tem uma componente teórica e uma componente prática baseada em exercícios de modelação de dados reais. A avaliação faz-se através de trabalhos escritos sobre cada uma das partes principais do programa.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course has a theoretical and a practical component based on exercises of modelling real data. The evaluation is done via written assignments on each of the main parts of the program.

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

A apresentação teórica é acompanhada por uma componente prática muito importante que além da resolução de exercícios de carácter mais teórico que permitem uma melhor compreensão das relações entre os diversos processos inclui uma componente laboratorial em que são apresentados os pacotes de software R que permitem simular e estimar os parâmetros dos principais tipos de modelos. Exemplos de aplicação reais dirigidos aos diferentes tipos de processos permitem que o aluno seja capaz de os reconhecer e modelar, o que constitui o segundo objectivo do curso.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.

The theoretical presentation is accompanied by a very important practical component that includes, not only the solving of exercises with a more theoretical character that allow a better understanding of the relations between the different processes, but also a laboratorial module where are presented the R packages which allow the simulation and estimation of parameters of the most important types of models. Real application examples directed to the different types of processes allow that the student be able to recognize and model them, which constitutes the second goal of the course.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Cressie N. (1993). Statistics for Spatial data. Wiley, New York.
Diggle P. and Ribeiro Jr. P. (2007). Model-based Geostatistics. Springer Series in Statistics. Springer.
Gelfand A., Diggle P., Fuentes M. & Guttorp P. (2010) Edts. Handbook of Spatial Statistics. Chapman & Hall/CRC.
Illian J., Penttinen A., Stoyan H., Stoyan D. (2008). Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns. Wiley.
Ross S. (1996) Stochastic Processes (2nd ed.). Wiley.
Rue H. and Held L.(2005) Gaussian Markov Random Fields: Theory and Applications. Chapman and Hall, London.*

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1.1. Fichas curriculares

Anexo V - Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

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

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Helena Maria Iglésias Pereira

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

Helena Maria Iglésias Pereira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Ana Maria Duarte Silva Alves Paias

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

Ana Maria Duarte Silva Alves Paias

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](#)

Anexo V - António José Lopes Rodrigues

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

António José Lopes Rodrigues

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor 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](#)

Anexo V - Fernando João Pereira de Bastos

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

Fernando João Pereira de Bastos

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor 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](#)

Anexo V - Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição

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

Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição

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](#)

Anexo V - João Miguel Paixão Telhada

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

João Miguel Paixão Telhada

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](#)

Anexo V - Kamil Feridun Turkman

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

Kamil Feridun Turkman

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Luis Eduardo Neves Gouveia

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

Luis Eduardo Neves Gouveia

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Margarida Maria Teixeira Diniz Mendes Leal

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

Margarida Maria Teixeira Diniz Mendes Leal

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Maria Antónia Abrantes Amaral Turkman

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

Maria Antónia Abrantes Amaral Turkman

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:

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](#)

Anexo V - Maria da Conceição Fonseca

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

Maria da Conceição Fonseca

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](#)

Anexo V - Maria Isabel Calisto Frade Barão

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

Maria Isabel Calisto Frade Barão

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](#)

Anexo V - Maria Isabel Fraga Alves

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

Maria Isabel Fraga Alves

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Maria Lucília Salema e Carvalho

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

Maria Lucília Salema e Carvalho

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Maria Salomé Esteves Cabral

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

Maria Salomé Esteves Cabral

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor 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](#)

Anexo V - Miguel Fragoso Constantino

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

Miguel Fragoso Constantino

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](#)

Anexo V - Pedro Martins Pereira Serrão de Moura

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

Pedro Martins Pereira Serrão de Moura

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Cristina Maria Sousa Catita

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

Cristina Maria Sousa Catita

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](#)

Anexo V - Marília Cristina de Sousa Antunes

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

Marília Cristina de Sousa Antunes

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](#)

Anexo V - Valeska de Lima Andreozzi Félix

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

Valeska de Lima Andreozzi Félix

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](#)

Anexo V - Luísa da Conceição dos Santos do Canto e Castro de Loura

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

Luísa da Conceição dos Santos do Canto e Castro de Loura

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Cristina Maria Tristão Simões Rocha

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

Cristina Maria Tristão Simões Rocha

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Lisete Maria Ribeiro de Sousa

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

Lisete Maria Ribeiro de Sousa

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Fernando José Araújo Correia da Ponte Sequeira

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

Fernando José Araújo Correia da Ponte Sequeira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Maria Fernanda Nunes Diamantino

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

Maria Fernanda Nunes Diamantino

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](#)

Anexo V - Patrícia Cortés de Zea Bermudez

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

Patrícia Cortés de Zea Bermudez

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](#)

Anexo V - Maria Fernanda Adão dos Santos Fernandes de Oliveira

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

Maria Fernanda Adão dos Santos Fernandes de Oliveira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - João José Ferreira Gomes

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

João José Ferreira Gomes

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - António Manuel Silva Ferreira

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

António Manuel Silva Ferreira

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor 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](#)

Anexo V - Francisco José Moreira Couto

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

Francisco José Moreira Couto

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:

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](#)

Anexo V - João Pedro Guerreiro Neto

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

João Pedro Guerreiro Neto

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos

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
Maria Eugénia Vasconcelos Captivo	Doutor	Estatística e Computação, especialidade Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Helena Maria Iglésias Pereira	Doutor	Estatística	100	Ficha submetida
Ana Maria Duarte Silva Alves Paias	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
António José Lopes Rodrigues	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Fernando João Pereira de Bastos	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
João Miguel Paixão Telhada	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Kamil Feridun Turkman	Doutor	Probability and statistics	100	Ficha submetida
Luis Eduardo Neves Gouveia	Doutor	Estatística e Computação - Especialidade Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Margarida Maria Teixeira Diniz Mendes Leal	Doutor	Estatística e Computação, especialidade Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Maria Antónia Abrantes Amaral Turkman	Doutor	Probabilidade e Estatística/Probability and Statistics	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Fonseca	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Maria Isabel Calisto Frade Barão	Doutor	Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Maria Isabel Fraga Alves	Doutor	Estatística e Computação, na especialidade de Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Maria Lucília Salema e Carvalho	Doutor	Estatística	100	Ficha submetida
Maria Salomé Esteves Cabral	Doutor	Estatística e Computação	100	Ficha submetida
Miguel Fragoso Constantino	Doutor	Matemática aplicada	100	Ficha submetida
Pedro Martins Pereira Serrão de Moura	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Cristina Maria Sousa Catita	Doutor	Engenharia Geográfica	100	Ficha submetida
Marília Cristina de Sousa Antunes	Doutor	Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Valeska de Lima Andreozzi Félix	Doutor	Engenharia Biomédica/Biomedical Engineering	100	Ficha submetida
Luísa da Conceição dos Santos do Canto e Castro de Loura	Doutor	Estatística e Computação	100	Ficha submetida
Cristina Maria Tristão Simões Rocha	Doutor	Estatística e Computação	100	Ficha submetida
Lisete Maria Ribeiro de Sousa	Doutor	Estatística e Investigação Operacional - Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Fernando José Araújo Correia da Ponte Sequeira	Doutor	Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Maria Fernanda Nunes Diamantino	Doutor	Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Patrícia Cortés de Zea Bermudez	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida

Maria Fernanda Adão dos Santos Fernandes de Oliveira	Doutor	Estatística e Computação	100	Ficha submetida
João José Ferreira Gomes	Doutor	Probabilidade e Estatística	100	Ficha submetida
António Manuel Silva Ferreira	Doutor	Informática/Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Francisco José Moreira Couto	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
João Pedro Guerreiro Neto	Doutor	Informática	100	Ficha submetida

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos

4.2.1. Percentagem dos docentes em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

100

4.2.2. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano

<sem resposta>

4.2.3. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)

<sem resposta>

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

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

Não tendo ainda sido aprovados, na FCUL, os procedimentos e critérios de avaliação específica previstos nos artigos 19º, nº 3, e 25º, nº 1, do ECDU, transcreve-se o Despacho, Reitoria da UL –DR, 24/11/ 2009:

Despacho n.º 25786/2009 (Avaliação findo período experimental)

O Estatuto Carreira Docente Universitária (ECDU), com a redacção dada p/ Decreto-Lei nº 205/09, de 31 de Agosto, carece de regulamentação em diversas matérias de nuclear importância para o correcto funcionamento das Universidades.

Assim,

Considerando o disposto nos art. 19º, nº 3, e 25º, nº 1 (ECDU) e a necessidade de clarificar o regime de avaliação específica da actividade desenvolvida pelos professores durante o período experimental e a transição para o regime de contratação por tempo indeterminado em regime de tenure;

Nos termos do art. 83º-A do ECDU e do art. 31º, nº 1, f) e g), dos Estatutos da Universidade de Lisboa, aprovo as seguintes regras:

1.º As avaliações específicas dos docentes contratados por um período experimental e que requerem a contratação por tempo indeterminada em regime de tenure são realizadas pelo conselho científico, nos termos Estatutários;

2.º Enquanto não forem aprovados os critérios de avaliação específica previstos nos art. 19º, nº 3, e 25º, nº 1, são aplicáveis as regras previstas no ECDU, na redacção anterior ao Decreto-Lei n.º 205/09, de 31 de Agosto, para a nomeação definitiva dos professores catedráticos e associados (art. 20º) e para a nomeação definitiva dos professores auxiliares (art. 25º);

3.º Os Pareceres a elaborar e as deliberações dos Conselhos Científicos podem ainda fazer menção ao desempenho das funções previstas nos artigos 6.º e 63º do ECDU, na redacção agora conferida pelo Decreto-Lei n.º 205/09;

4.º Nas deliberações do conselho científico apenas podem votar os professores de categoria superior ao lugar a prover, ou da própria categoria, tratando-se de professor catedrático;

5.º As deliberações são tomadas em votação nominal justificada, não sendo permitidas abstenções;

6.º Estando em causa a contratação por tempo indeterminado de professores auxiliares aplicam-se ainda as seguintes regras:

a) A maioria de 2/3 prevista no art. 25º, nº 1, do ECDU tem como universo de referência o conjunto dos membros do órgão presentes que satisfaçam as condições referidas no ponto 4º.

b) As eventuais faltas às reuniões do conselho científico cuja ordem de trabalhos preveja a tomada de deliberações referidas no artigo 25º do ECDU devem ser obrigatoriamente justificadas por escrito e levadas ao conhecimento do órgão na reunião em causa;

c) Não se formando maioria de 2/3 no sentido da contratação por tempo indeterminado, o docente é notificado nos termos e para os efeitos previstos no ar. 25º, nº 2, e nº 1, b);

d) No caso previsto na alínea anterior, o docente é contratado por um período de seis meses, improrrogável.

7.º Nos termos do art.º19º e do n.º 1, do artigo 25º do ECDU cabe ao Reitor a decisão final da contratação.

4.3. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating.

In this regard, and since it had not been approved in the Faculty of the University of Lisbon, the evaluation criteria specified in Articles 19., Paragraph 3, and 25., Paragraph 1, of ECDU, the Order No. 25786/2009 of the Rector of the University of Lisbon, published in DR to 24 November 2009 will be transcribed:

Order No. 25786/2009 (Evaluation after the trial period)

The Statute of University Teachers Career (ECDU) as amended by Decree-Law No. 205/09 of 31 August, need regulation in various material of nuclear importance for the proper functioning of the universities.

Thus,

Considering the provisions of Article 19., Paragraph 3, and 25., Paragraph 1, of ECDU and the need to clarify the system of evaluation of the activity developed by teachers during the probationary period and the transition to under contract for an indefinite period under the tenure;

Under what is written in Article 83. B of ECDU and Article 31., Paragraph 1, f) g) of the Statute of the University of Lisbon, I approve the following rules:

- 1. Specific assessments of teachers, hired for a trial period, that require hiring an indefinite tenure are carried out by the Scientific Council, in accordance with Statutory;*
- 2. While not approved the specific evaluation criteria set out in Articles 19., paragraph 3, and 25., paragraph 1, the rules provided for in ECDU must be applied, as prior to the Decree-Law No. 205/09 of 31 August, for the final appointment of professors and associates (Article 20.) and for the permanent appointment of the assistant professors (Article 25.)*
- 3. The opinions of the draw and the deliberations of the Scientific Councils may also make reference to the way the duties mentioned in Articles 6. and 63. of ECDU (Decree-Law No. 205/09), were performed;*
- 4. In the deliberations of the Scientific Council can only vote for, senior teachers relative to the vacant position, or the category itself, in the case of a full professor;*
- 5. The decisions are made in roll justified, with no abstentions;*
- 6. As for the use of the indefinite hiring of assistant professors, the following rules are still to be applied:*
 - a) The term "majority of 2/3" under Article 25., paragraph 1, of ECDU, is referred to the universe of members in the conditions set out in Section 4., present in the meeting of the scientific organ.*
 - b) any absences from a meeting of the Scientific Council whose agenda includes an item on the decisions referred to in Article 25. of ECDU, must be justified in writing and brought to the knowledge of the meeting in question,*
 - c) not forming a majority of 2 / 3, towards hiring for an indefinite period, the teacher is notified in accordance with the terms of Article 25., paragraph 2, and paragraph 1, b);*
 - d) In the case of the preceding paragraph, the teacher is hired for a period of six months, not extendable.*
- 7. In accordance with art. 19. and paragraph 1 of Article 25. ECDU, the final hiring decision rests with the Rector.*

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.

*Ana Teresa da Encarnação Dias Bizarro dos Santos
Maria Ludovina Gonçalves Teigas
Margarida Maria da Palma Mateus Silva
Maria Margarida Dias Guerreiro da Silva*

5.1. Non academic staff allocated to the study cycle.

*Ana Teresa da Encarnação Dias Bizarro dos Santos
Maria Ludovina Gonçalves Teigas
Margarida Maria da Palma Mateus Silva
Maria Margarida Dias Guerreiro da Silva*

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

*sala 6.4.30 com 64 m2
sala 6.4.31 com 64 m2
laboratório 6.4.33 com 64 m2
laboratório 6.4.34 com 64 m2
laboratório 6.4.35 com 64 m2
biblioteca com 128 m2*

5.2. Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.).

*Teaching room 6.4.30 with 64 m2
Teaching room 6.4.31 with 64 m2
Computer lab 6.4.33 with 64 m2
Computer lab 6.4.34 with 64 m2
Computer lab 6.4.35 with 64 m2
Library with 128 m2*

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

*Fotocopiadoras 2
Impressoras 3
"Scanner" 1
Computadores portáteis 3
"Software" (SPSS, Statística, CPLEX) 3
Videoprojectores 7
Retroprojectores 5
Computadores - Laboratório alunos 32
Computadores - Laboratórios de aulas 40
Livros Científicos - Centro de Investigação Operacional 388
Livros Científicos - Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa 3199
Livros Científicos, Dissertações de Mestrado e Teses de Doutoramento - DEIO 3939*

5.3. Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and

materials and ICTs).

photocopiers 2

Printers 3

Scanner 1

Laptops 3

"Software" (SPSS, Statistica, CPLEX) 3

Data display 7

Overhead projector 5

Computers (students Laboratory) 32

Computers - Labs 40 lessons

Scientific Books - Center for Operational Research 388

Scientific Books - Center for Statistics and Applications, University of Lisbon 3199

Scientific Books, Dissertations and PhD Theses - DEIO 3939

6. Actividades de formação e investigação

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

Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa (MATH-LVT-Lisboa-6) – MUITO BOM

Centro de Investigação Operacional [MATH-LVT-Lisboa-152] –Excelente

6.1. Research Centre(s) duly recognised in the main scientific area of the new study cycle and its mark.

Center of Statistics and Applications University of Lisbon (MATH-LVT-Lisboa-6) – VERY GOOD

Operational Research Center [MATH-LVT-Lisboa-152] – Excelent

6.2. Indicação do número de publicações científicas da unidade orgânica, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos três anos.

127

6.3. Lista dos principais projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área de ciclo de estudos.

Projecto ERAS – Extremos, Risco, Ambiente e Segurança

FCT/PPCDT/MAT58876/2004

(1.01.2007 – 30.6.2009)

Projecto EXES – Extremos Espaciais

FCT/PTDC/MAT/64924/2006

(1.07.2007 – 30.12.2010)

Projecto MEGA – Métodos Estatísticos em Genética Ambiente

FCT/PTDC/MAT/64353/2006

(1.09.2007 – 30.12.2010)

Projecto EXTREMA – Estatística de Extremos no Mundo Actual

FCT/PTDC/MAT/64353/2006

(1.06.2010 – 1.06.2013)

Projecto PTDC/EIA-EIA/100645/2008 – SearchCol – Pesquisa meta-heurística por geração de Colunas

(08.04.2010 – 08.04.2013)

Projecto PTDC/AGR-CFL/64146/2006 - Integração da gestão florestal e da gestão do fogo.

Modelos e sistemas de decisão

(04.06.2007 - 30.11.2010)

Projecto PTDC/EIA/64772/2006 –Telnet – Redes de Telecomunicações Robustas: Métodos de

Optimização para o Desenho Topológico, Dimensionamento e Engenharia de Tráfego

(01.01.2008 – 30.06.2009)

6.3. Indications of the main projects and/or national and international partnerships where the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study cycle are integrated.

Project ERAS – Extremes, Risk, Safety and Environment

FCT/PPCDT/MAT58876/2004

(1.01.2007 – 30.6.2009)

Project EXES – Spatial Extremes

FCT/PTDC/MAT/64924/2006

(1.07.2007 – 30.12.2010)

Project MEGA – Statistical Methods in Genetic and Environment

FCT/PTDC/MAT/64353/2006

(1.09.2007 – 30.12.2010)

Project EXTREMA – Extremes Statistics in the Actual World
FCT/PTDC/MAT/101736/2008
(1.06.2010 – 1.06.2013)

Project PTDC/EIA-EIA/100645/2008 – SearchCol – Metaheuristic search by column
Generation
(08.04.2010 – 08.04.2013)

Project PTDC/AGR-CFL/64146/2006 - Decision support tools for integrating fire and forest
management planning
(04.06.2007 - 30.11.2010)

Project PTDC/EIA/64772/2006 –Telnet – Robust Telecommunication Networks: Optimization Methods for Design and Traffic
Engineering
(01.01.2008 – 30.06.2009)

7. Actividade de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objectivos da instituição.
Não aplicável

7.1. Describe these activities and if they correspond to market needs and to the mission and objectives of the institution.
Not applicable

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por este ciclo de estudos com base nos dados do MTSS.

Os relatórios sobre a procura de emprego dos diplomados com habilitação superior são documentos de divulgação semestral baseados nos registos de inscritos nos centros de emprego (à procura do primeiro emprego ou de um novo emprego) em Junho e em Dezembro de cada ano (IEFP/MTSS) e nos dados sobre diplomados (GPEARI/MCTES). A consulta do documento “A procura de emprego dos diplomados com habilitação superior - 2010 [relatório VI]” na página internet do GPEARI, permite constatar que nem o Mestrado em Estatística nem o Mestrado em Investigação Operacional figuram no elenco de cursos apresentado, uma vez que o referido relatório só reporta os cursos cujo número médio de diplomados tenha sido igual ou superior a 20 de 2005-2006 a 2007-2008.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on MTSS data.

Reports on the demand for employment of graduates with higher qualifications are semiannual disclosure documents based on records of students enrolled in the employment centers (looking for their first job or a new job) in June and December each year (IEFP / MTSS) and the data on graduates (GPEARI / MCTES). The analysis of the document "The demand for employment of graduates with higher qualifications - 2010 [Report VI]" on the website of GPEARI, it becomes evident that neither the MSc in Statistics or the MSc in Operational Research appear in the list of courses presented, since this report only reports the courses whose average number of graduates have been greater than or equal to 20 in the period 2005-2006 to 2007-2008.

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES).

Não aplicável

8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES).

Not applicable

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares.

Nenhuma

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study cycles.

None

9. Fundamentação do número total de ECTS do novo ciclo de

estudos

9.1. Justificação do número total de unidades de crédito e da duração do ciclo de estudos com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006.

*De acordo com o Decreto-lei nº 74/2006, o número total de unidades de créditos de um ciclo de estudos conducente ao grau de mestre é entre 90 e 120, com uma duração entre 3 e 4 semestres de trabalho dos alunos.
Nesta proposta de Mestrado em Estatística e Investigação Operacional optámos por exigir 120 unidades de crédito e 4 semestres de trabalho. É esta a regra habitual na União Europeia no caso em que os 1ºs ciclos têm 3 anos e 180 unidades de crédito como acontece, em geral, em Portugal.*

9.1. Justification of the total number of credit units and of the duration of the study cycle, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decree-Law no. 74/2006.

*According to Decree-Law 74/2006, the total number of credits units of a course leading to a master degree is between 90 and 120, with duration between 3 and 4 semesters of students' work.
In this proposal of 2nd cycle in Statistics and Operational Research we have chosen to require 120 units of credit and four semesters of work. This is the usual rule in the European Union in the event that the 1st cycle courses have 3 years and 180 units of credit as it happens, in general, in Portugal.*

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares.

O número de créditos ECTS atribuído a cada unidade curricular foi determinado pela estimativa do número de horas de trabalho do estudante incluindo as horas de contacto com os docentes e as horas dedicadas a ao estudo e à realização de projectos, trabalhos práticos, e avaliação.

9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits

The number of ECTS credits assigned to each curricular unit was determined by estimating the number of hours of student work including hours of contact with teachers and the hours dedicated to the study and implementation of projects, work practices, and evaluation.

9.3. Indicação da forma como os docentes e estudantes (caso se aplique) foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito.

Em cada unidade curricular os docentes fizeram uma estimativa do número de horas de trabalho que serão necessárias a um estudante incluindo as horas de contacto com os docentes e as horas dedicadas a ao estudo e à realização de projectos, trabalhos práticos, e avaliação.

Os docentes responsáveis de cada unidade curricular escolheram o número de horas de contacto, e a sua divisão por tipo (T- Ensino Teórico, TP- Ensino Teórico Prático, PL- Ensino Prático e Laboratorial, TC- Trabalho de Campo, S- Seminário, E- Estágio, OT- Orientação tutorial, O- Outra) de acordo com o programa e objectivos da unidade curricular.

9.3. Indication of the way the academic staff and students (if applicable) were consulted about the method for calculating the credit units.

The staff member responsible for each curricular unit made an estimate of the total number of hours that a student will need to work, including contact hours with teachers and hours dedicated to the study and implementation of projects, practical works, and evaluation.

The teachers responsible for each curricular unit chose the number of contact hours, and its division by type (T-theoretical, TP-theoretical and practical, PL-Practical and laboratorial, S- Seminar, E-Training, OT-Tutorial, O-Other) according to the program and objectives of the unit.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com a duração e estrutura semelhantes à proposta.

Master in Statistics and Operations Research, na Universitat Politècnica de Catalunya

(ver <http://meioup cub.masters.upc.edu/info-general>)

MSc in Operational Research and Applied Statistics

MSc in Operational Research, Applied Statistics and Risk, na School of Mathematics, Cardiff University

(ver <http://www.cardiff.ac.uk/mathsmasters/>)

Statistics and OR MSc, na Edinburgh University

(ver <http://msc.maths.ed.ac.uk/sor/study-programme/optional-courses>)

Master program SPOR (Probability, Statistics, and Operations Research), Eindhoven University of Technology

(ver <http://www.win.tue.nl/bs/education.html>)

10.1. Examples of study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education with similar duration and structure to the proposed study cycle.

Master in Statistics and Operations Research, na Universitat Politècnica de Catalunya

(see <http://meioup cub.masters.upc.edu/info-general>)

MSc in Operational Research and Applied Statistics

MSc in Operational Research, Applied Statistics and Risk, na School of Mathematics, Cardiff University

(see <http://www.cardiff.ac.uk/mathsmasters/>)

Statistics and OR MSc, na Edinburgh University

(see <http://msc.maths.ed.ac.uk/sor/study-programme/optional-courses>)

Master program SPOR (Probability, Statistics, and Operations Research), Eindhoven University of Technology
(see <http://www.win.tue.nl/bs/education.html>)

10.2. Comparação com objectivos e competências de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior.

Pelo que podemos analisar dos planos de estudos existentes em Instituições do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta, os objectivos e competências a adquirir pelos estudantes são semelhantes. Em todos os casos se verifica que são proporcionados aos estudantes conhecimentos avançados e actualizados, seja do ponto de vista da teoria ou das metodologias, de Estatística e de Investigação Operacional, tal como na proposta corrente.

10.2. Comparison with the objectives and competencies of similar study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education.

From what we can analyze in the existing curricula in Institutions of the European Area of Higher Education, with similar duration and similar structure as the one in the current proposal, the objectives and competencies to be acquired by students are similar. In all cases students are provided with advanced and updated knowledge, either from the standpoint of theory or methodology, in Statistics and also in Operational Research, The same happens with the current proposal.

11. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

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

Anexo VI - Protocolos de Cooperação

Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes

11.2. Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes. 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>

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

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

Não Aplicável

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

Not Applicable

11.4. Orientadores cooperantes

Anexo VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Anexo VIII. 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>

Anexo IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço

11.4.2. Anexo IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / 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>

12. Análise SWOT do novo ciclo de estudos

12.1. Apresentação dos pontos fortes.

O Mestrado agora proposto resulta, em grande medida, da fusão dos anteriores Mestrados em Estatística e em Investigação Operacional, o que permite sinergias científicas e pedagógicas. Esses dois cursos, juntamente com o Mestrado em EIO (1987-1994) e o Mestrado em Probabilidades e Estatística permitiram a pós-graduação de 270 de estudantes ao longo dos últimos 20 anos. Outra medida de sucesso desses cursos de mestrado foi a elevada empregabilidade dos alunos diplomados. Com as competências adquiridas no Mestrado proposto, serão formados técnicos nas áreas de Matemática Aplicada capazes de quantificar a incerteza, avaliar riscos associados às decisões possíveis e otimizar regras de decisão. O DEIO tem um conjunto de Doutores nas áreas de Estatística e Investigação Operacional que garante todas as condições para um bom 2º ciclo em Estatística e Investigação Operacional. Ao contrário do que sucede noutros países, em Portugal não existe nenhuma outra oferta formativa nesta área conjunta.

12.1. Strengths.

The Master now proposed results, largely from the merger of the previous Masters in Statistics and Operational Research, which allows scientific and educational synergies. These two courses, together with the MSc in EIO (1987-1994) and MSc in Probability and Statistics allowed 270 graduate students over the past 20 years. Another measure of success of these Masters courses was the high employability of graduates.

With the skills acquired in the Master course, technicians will be trained in the areas of applied mathematics that can quantify the uncertainty, assess risks associated with possible decisions and optimize decision rules.

DEIO has a group of doctors in the areas of Statistics and Operational Research who ensures all conditions for a good 2nd cycle in Statistics and Operational Research. Unlike what happens in other countries, in Portugal there is no other 2nd cycle offer joining these two areas.

12.2. Apresentação dos pontos fracos.

Este mestrado foi preparado para alunos com boa formação em Matemática Aplicada, garantindo que os alunos adquirem a formação adequada à continuação dos estudos para um 3º ciclo. Como tal, pode não ser acessível a alunos oriundos de outras áreas científicas sem uma boa preparação de base.

- Como noutras instituições universitárias portuguesas, o corpo docente do DEIO-FCUL não tem sido objecto da renovação e ampliação desejáveis, estando a oferta de disciplinas condicionada à capacidade de resposta às muitas solicitações existentes;*
- A actualização do parque informático, nos laboratórios afectos aos alunos de pós-graduação do DEIO-FCUL, tem sido feita, paliativamente, através de recursos financeiros dos centros de investigação (CEAUL e CIO);*
- O DEIO-FCUL precisa de reforçar as ligações ao exterior, fora do âmbito académico, para assegurar a visibilidade do curso, e identificar ainda mais oportunidades de aplicação dos conhecimentos fornecidos no mesmo (estágios, projectos, etc).*

12.2. Weaknesses.

This course was prepared for students with good training in Applied Mathematics, ensuring that students acquire appropriate training to continue studying for a 3rd cycle. As such, it may not be easy for students from other scientific areas.

- As in other Portuguese universities, the teaching staff of the DEIO-FCUL has not undergone the renovation and expansion that would be desirable, which restricts the possible offer of new courses, taking into account all the requests from other Departments of FCUL or other schools of Lisbon University;*
- The upgrading of the computer facilities, laboratories assigned to graduate students of DEIO-FCUL has been made, palliatively through funding of research centers (CEAUL and CIO);*
- DEIO-FCUL need to strengthen links to the outside world, outside academia, to ensure its visibility and identify further opportunities to apply the knowledge provided in the Department (internships, projects, etc.).*

12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação.

Como referido acima, face aos anteriores cursos (Mestrado em Estatística e Mestrado em Investigação Operacional), o Mestrado em Estatística e Investigação Operacional permite aos alunos com interesses em ambas as áreas uma especialização menos restrita, que adicionalmente favorece o seu posicionamento no mercado de trabalho.

Por outro lado, é razoável antecipar que o novo mestrado atraia mais candidatos do que a soma dos candidatos dos mestrados anteriores.

O curso proposto responde também positivamente às recomendações anteriormente feitas por painéis de avaliação de cursos e de centros de investigação afins ao DEIO-FCUL no sentido de ser reforçada a colaboração entre os docentes/investigadores das duas áreas científicas.

12.3. Opportunities.

As mentioned above, compared to previous courses (MSc in Statistics and MSc in Operational Research), a Masters in Statistics and Operational Research allows students with interests in both areas a less narrow specialization, which additionally favors its position in the labor market .

Moreover, it is reasonable to anticipate that the new Masters attract more applicants than the sum of the candidates of previous masters.

The proposed course also responds positively to the recommendations previously made by evaluation panels of courses and research centers related to DEIO-FCUL in order to have a closer collaboration between the teachers / researchers from both scientific areas.

12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação.

Contexto sócio-económico e demográfico actual e possível concorrência interna ou externa de cursos em áreas próximas, existentes ou a criar.

Possível dificuldade na divulgação ampla do ciclo de estudos através da imprensa e outros meios de comunicação devido a constrangimentos económicos do DEIO-FCUL.

12.4. Threats.

Socio-economic and demographic present context and possible internal or external competition with courses in related areas, already existing or to be created.

Possible difficulty in the wide dissemination of the course through the press and other media due to economic constraints of DEIO-FCUL.

12.5. CONCLUSÕES

Tudo o que dissemos acima, mostra a oportunidade da criação deste 2º ciclo em Estatística e Investigação Operacional, que permitirá formar profissionais em áreas de Matemática Aplicada com características essenciais no exigente mercado de trabalho da actualidade e respondendo a uma procura já manifestada quer por estudantes a terminar o 1º ciclo, quer por algumas Instituições e / ou empresas.

O DEIO-FCUL tem um conjunto de Doutores nas áreas de Estatística e de Investigação Operacional que não é igualado noutra departamento das Universidades Portuguesas.

Dentro dessas áreas faz-se investigação activa e de ponta, apoiada por centros de investigação com verdadeira credibilidade a nível Nacional e Internacional, comprovada por elevada produção científica em publicações indexadas e reconhecimento a nível internacional pelos seus pares.

Tem assim todas as condições para criar um bom 2º ciclo nas suas áreas de competência científica, Estatística e Investigação Operacional, complementando a restante oferta de pós-graduação do Departamento.

12.5. CONCLUSIONS

Everything we said above, shows the opportunity for the creation of this 2nd cycle in Statistics and Operational Research, that will train professionals in areas of Applied Mathematics with essential features in the demanding job market of today, responding to a demand already manifested either by students completing the 1st cycle, or by some institutions and / or companies.

DEIO-FCUL has a number of PhDs in the area of Statistics and Operational Research that is not comparable to other departments of the Portuguese Universities.

In those scientific areas, there is active and cutting-edge research, supported by research centers with good credibility at national and international levels. This can be seen by a high number of scientific publications in peer review journals and also by international recognition of their peers.

So, it has all the conditions to create a good 2nd cycle in its areas of expertise, Statistics and Operational Research, complementing the graduate offer of the Department.