

NCE/12/00591 — 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. Outras Instituições de Ensino Superior / Entidades Instituidoras:

Universidade Do Minho

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

Faculdade De Ciências (UL)

Escola De Engenharia (UM)

A3. Designação do ciclo de estudos:

Doutoramento em Optimização de Sistemas Industriais e de Serviços

A3. Study cycle name:

Optimization of Services an Industrial Systems

A4. Grau:

Doutor

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Investigação Operacional

A5. Main scientific area of the study cycle:

Operations Research

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):

460

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

529

A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

<sem resposta>

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

180

A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):

3 anos

A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):

3 years

A9. Número de vagas proposto:

30

A10. Condições de acesso e ingresso:

Podem candidatar-se ao acesso ao ciclo de estudos conducente ao grau de doutor:

- a) Os titulares do grau de mestre ou equivalente legal nas áreas de Matemática, Engenharia e Economia e áreas afins;*
- b) Os titulares de grau de licenciado, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo órgão científico legal e estatutariamente competente da universidade onde pretendem ser admitidos;*
- c) Os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo órgão científico legal e estatutariamente competente da universidade onde pretendem ser admitidos.*

A10. Entry Requirements:

May apply for access to the course leading to a doctoral degree:

- a) Holders of degree or legal equivalent in the areas of Mathematics, Engineering and Economics and related areas;*
- b) Holders of a degree, holders of an academic or scientific significantly recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the scientific body statutorily responsible of the university where they intend to be admitted;*
- c) Holders of an academic, scientific or professional who is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the scientific body statutorily responsible of the university where wish to be admitted.*

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):

Não

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/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):

<sem resposta>

A12. Estrutura curricular _____

Mapa I - Não aplicável

A12.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Optimização de Sistemas Industriais e de Serviços

A12.1. Study Cycle:

A12.2. Grau:

Doutor

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

Não aplicável

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

<no answer>

A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Investigação Operacional	IO	144	30
Ciências e Tecnologias Complementares	CTC	0	6
(2 Items)		144	36

Perguntas A13 e A14

A13. Regime de funcionamento:

Diurno

A13.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

A13.1. If other, specify:

<no answer>

A14. Observações:

O curso proposto é da responsabilidade conjunta da Universidade de Lisboa (UL) e da Universidade do Minho (UMinhc).

Os alunos das duas Universidades frequentarão as mesmas unidades curriculares, mas como princípio geral, não é requerida a deslocação de alunos entre as duas Universidades, havendo a deslocação de docentes em vez disso quando for necessário. Está previsto que o funcionamento das unidades curriculares inclua a leccionação de aulas através de video-conferência e a deslocação de docentes para contacto presencial com os alunos da outra Universidade.

Além disso, está prevista a possibilidade da realização de unidades curriculares opcionais oferecidas apenas na FC-UL ou na UMinho aos alunos das respectivas Universidades. O número máximo de unidades curriculares deste tipo será definido anualmente pela Comissão Directiva do Programa Doutoral.

O seu carácter flexível teve como orientação prioritária permitir a adaptação de requisitos de formação individual tendo em consideração os objectivos específicos da investigação.

Os Grupos Opcionais poderão incluir ainda outras unidades curriculares, a fixar anualmente pela FCUL e pela UMinho, sob proposta da comissão de coordenação do Ciclo de Estudos.

A14. Observations:

The course is offered jointly by the University of Lisbon (UL) and the University of Minho (UMinhc). Students from the two universities will attend the same courses, but as a general principle, it is not required the relocation of students between the two universities, with the displacement of teachers instead, when needed. It is anticipated that the operation of the courses include teaching classes through video conferencing and displacement of teachers to face contact with students from another university. Moreover, there is the possibility of optional courses offered only in the FC-UL or UMinho students of their Universities. The maximum number of courses of this type will be set annually by the Steering Committee of the Doctoral

*Program. Its flexible nature had priority as a guideline to adapt to individual training requirements taking into account the specific research objectives.
Optional groups may include other units, to be determined annually by FCUL and UMinho, under proposal of the Committee of the Doctoral Program .*

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa 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._ExtratoAtaCC_FCUL_Dout_OtimSistIndustServicos.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

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

[1.1.2._CC_Universidade do Minho_Dout_OSIS.pdf](#)

Mapa 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_FCUL_deliberacao_Dout_OSIS.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

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

[1.1.2._CP_Universidade do Minho_Dout_OSIS.pdf](#)

Mapa 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._Despacho Reitoral 102-2012_UL.pdf](#)

Mapa II - Reitor da Universidade do Minho e Presidente da Comissão Pedagógica do Senado Académico da UM

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade do Minho e Presidente da Comissão Pedagógica do Senado Académico da UM

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._Despacho_Reitoral e Deliberacao_Senado_Acad_UM.pdf](#)

Mapa II - Reitorias das Instituições de Ensino Superior envolvidas

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitorias das Instituições de Ensino Superior envolvidas

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

Mapa II - Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 1

1.1.1. Órgão ouvido:

Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 1

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._Adenda_Protocolo_UM_UL-1.pdf](#)

Mapa II - Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 2

1.1.1. Órgão ouvido:

Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 2

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._Adenda_Protocolo_UM_UL-2.pdf](#)

Mapa II - Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 3

1.1.1. Órgão ouvido:

Diretor da FCUL e Vice-Reitor da UM - 3

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._Adenda_Protocolo_UM_UL-3.pdf](#)

1.2. Docente(s) responsável(eis)

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

Luis Eduardo Neves Gouveia e José Manuel Vasconcelos Valério de Carvalho

2. Plano de estudos

Mapa III - - 1º/1º

2.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Optimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1^o/1^o

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1^o/1^o

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)
Opção Técnico Científica I / Tecnico-Scientific Option I	IO	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Opção Técnico Científica II / Tecnico-Scientific Option II	IO	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Opção Técnico Científica III / Tecnico-Scientific Option III	IO	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Laboratório e Aplicações / Laboratory and Applications	IO	Semestral	168	T:30; FL:15; OT:15	6	Obrigatória / Mandatory
Preparação do Plano de Tese I / Preparation of Thesis Plan I	IO	Semestral	168	OT:30	6	Obrigatória / Mandatory

(5 Items)

Mapa III - - 1^o/2^o**2.1. Ciclo de Estudos:**

Doutoramento em Optimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1^o/2^o

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1^o/2^o

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)
---	--	------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------	--------------------------------------

Opção Técnico Científica IV / Tecnico-Scientific Option IV	IO	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Opção Técnico Científica V / Tecnico-Scientific Option V	IO	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Opção Técnico Científica VI / Tecnico-Scientific Option VI	CTC	Semestral	168	-	6	Optativa / Optional
Preparação do Plano de Tese II / Preparation of Thesis Plan II	IO	Semestral	336	OT:45	12	Obrigatória / Mandatory

(4 Items)

Mapa III - - 2º/1º e 2º

2.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º/1º e 2º

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2º/1º and 2º

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 / Observations (5)	Observações / Observations (5)
Tese em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços / Thesis in Optimization of Services an Industrial Systems	IO	Anual	1680	OT:60	60	Obrigatória / Mandatory

(1 Item)

Mapa III - - 3º/1º e 2º

2.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

3^o, 1^o e 2^o

2.4. Curricular year/semester/trimester:

3^o, 1^o and 2^o

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)
Tese em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços / Thesis in Optimization of Services an Industrial Systems (1 Item)	IO	Anual	1680	OT:60	60	Obrigatória / Mandatory

Mapa III - - 1^o/1^o ou 2^o Opções técnico científicas na área de investigação operacional

2.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1^o, 1^o ou 2^o Opções técnico científicas na área de investigação operacional

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1^o, 1^o or 2^o Tecnico-Scientific Options in the area of Operations Research

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units / Scientific	Área Científica / Scientific	Duração / Duration / Working	Horas Trabalho / Working	Horas Contacto / Contact Hours	ECTS	Observações / Observations
---	------------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------------	------	----------------------------

	Area (1)	(2)	Hours (3)	(4)	(5)	(6)
Modelação / Modelling	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Caracterização de Poliedros / Polyhedral Analysis	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Otimização Combinatória / Combinatorial Optimization	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Técnicas Heurísticas / Heuristic Techniques	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Métodos de Decomposição em Programação Inteira / Decomposition Methods for Integer Programming	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Otimização Não-linear Discreta / Discrete nonlinear optimization	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Programação Estocástica / Stochastic Programming	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional
Otimização sem Derivadas / Derivative - free optimization	IO	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	optativa / optional

(8 Items)

Mapa III - - 1ª /1ª e 2ª Opções técnico científicas na área de ciências e tecnologias complementares

2.1. Ciclo de Estudos:

Doutoramento em Otimização de Sistemas Industriais e de Serviços

2.1. Study Cycle:

Optimization of Services an Industrial Systems

2.2. Grau:

Doutor

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1^o /1^a e 2^o Opções técnico científicas na área de ciências e tecnologias complementares

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1^o/1^a or 2^o Tecnico-Scientific Options in the area of Complementary Sciences and Technologies

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)
Gestão de Projectos / Project Management	CTC	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	Optativa / Optional
Teoria dos Jogos / Game Theory	CTC	Semestral	168	T:30; TP:15; OT:15	6	Optativa / Optional

(2 Items)

3. Descrição e fundamentação dos objectivos

3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos:

Este ciclo de estudos considera como objetivos principais:

- 1. Complementar a formação de licenciados e de mestres conferindo-lhes formação especializada, avançada, na área de programação matemática e promovendo o conhecimento de conceitos de ciência da computação e de bases de dados que lhes permitam, em trabalho de equipa multidisciplinar, coordenar a integração das ferramentas de resolução dos modelos de programação matemática em sistemas de tecnologias de informação;*
- 2. Proporcionar a transferência de conhecimento das Universidades para as empresas industriais e de serviços, através da aplicação de metodologias de Investigação Operacional e da utilização de ferramentas de resolução de modelos matemáticos que possam dar resposta a problemas das empresas;*
- 3. Dinamizar a I&DT na área da Investigação Operacional, contribuindo para a sustentabilidade e para a melhoria da produtividade e da competitividade da indústria e dos serviços.*

3.1.1. Study cycle's generic objectives:

The major goals of this 3rd cycle of studies (PhD degree) are:

- 1. to complement the formation of graduates and masters providing them advanced, specialized training in the area of mathematical programming, and promoting the knowledge of concepts in the areas of computer science and databases to enable them to work in multidisciplinary teams, coordinating the integration of the mathematical programming models solution tools in information technology (IT) systems;*
- 2. to provide knowledge transfer from universities to the industrial and services companies, through the application of Operations Research methodologies, and the effective use of computational tools able to solve mathematical models that can provide solutions to problems arising in companies;*
- 3. to support R&D in the area of Operations Research, contributing to sustainability and to the improvement of the productivity and competitiveness of industrial and services companies.*

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

- 1. Conhecer o modo de formular modelos de programação matemática num conjunto de situações típicas, compreender a importância das formulações fortes e conhecer as técnicas mais comuns para as obter;*
- 2. Aplicar esses conceitos na abordagem a problemas reais típicos, e ser capaz de os resolver utilizando ferramentas computacionais de resolução de modelos de programação matemática;*
- 3. Conhecer as limitações existentes na utilização de métodos de resolução exactos, resultantes da carga computacional, e desenvolver a capacidade de avaliar a dimensão das instâncias de um dado problema que é possível resolver em tempo útil;*
- 4. Compreender a importância da avaliação da qualidade das soluções, quer nos métodos exactos, quer nos métodos aproximados, e ser capaz de conceber, avaliar e implementar métodos de proceder a essa avaliação;*

3.1.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

The major learning outcomes are:

- 1. to know how to formulate mathematical programming models for a set of typical situations, to understand the importance of strong formulations and to know the most common techniques to obtain them;*
- 2. to apply these concepts in typical real problems, and to be able to solve them using computational tools to solve mathematical programming models;*
- 3. to know the limitations on the use of exact solution methods, resulting from heavy computational loads, and to develop the ability to evaluate the size of instances of a given problem that you can solved in acceptable time;*
- 4. to understand the importance of the assessment of quality of the solutions, both in exact and in approximate methods, and to be able to design, evaluate and implement methods to carry out this assessment;*

3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da Instituição de Ensino:

A Faculdade de Ciências é, desde a sua formação, em 1911, a Escola da Universidade de Lisboa responsável pelo Ensino das Ciências Exatas e Naturais, estando a área científica do presente ciclo de estudo associada ao Departamento de Estatística e Investigação Operacional e ao Centro de Investigação Operacional.

Por sua vez, a Escola de Engenharia da Universidade do Minho é responsável pelo ensino das Engenharias e das Ciências de Engenharia na Universidade do Minho, estando a área científica do presente ciclo de estudo associada ao Departamento de Produção e Sistemas e ao Centro Algoritmi.

Em ambas as instituições de ensino, são já oferecidos diversos cursos de primeiro ciclo e de segundo ciclo com uma forte componente de Investigação Operacional, e com especial incidência em programação matemática, nas áreas de otimização inteira, combinatória linear e não-linear. O ciclo de estudos proposto visa fornecer aos estudantes uma formação avançada e aprofundada, para complementar a oferta educativa existente.

Além disso, estas instituições encaram a sua inserção na Sociedade como um pilar fundamental da sua missão e procuram assegurar a valorização do conhecimento e a ligação à Comunidade através de parcerias e de consultadoria.

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

The Faculty of Science is, since its formation in 1911, the School of the Lisbon University responsible for the Teaching of Exact and Natural Sciences, with the scientific area of this cycle of study associated with the Department of Statistics and Operations Research and the Center Operational Research.

In turn, the School of Engineering, University of Minho is responsible for the teaching of Engineering and Engineering Sciences at the University of Minho, being the scientific area of this cycle of study associated with the Department of Production and Systems Center and Algoritmi.

In both educational institutions are already offered several courses of first cycle and second cycle with a strong component of Operational Research, and with a particular focus on mathematical programming in the areas of optimization entire combinatorial linear and non-linear. The proposed course of study aims to provide students with advanced training and thorough, to complement the existing educational provision.

Moreover, these institutions face their integration in society as a cornerstone of its mission and seek to ensure the enhancement of knowledge and connection to the Community through partnerships and consultancy.

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

3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da Instituição:

O projecto educativo, científico e cultural da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pode ser sintetizado através da definição da sua missão e visão, que constam de página web <http://www.fc.ul.pt/>:

Da missão

O ensino, a investigação e a transferência do conhecimento e da inovação nas áreas das ciências exatas e naturais e das tecnociências, bem como a produção, a difusão e a partilha de culturas, estimulando a abertura permanente à sociedade civil, através da disseminação de conhecimentos e da interligação com os agentes sociais e económicos.

Visão

Ser, e ser reconhecida, como uma instituição de referência, a nível internacional, na criação do conhecimento científico, promovendo a excelência da qualidade de ensino e das atividades de investigação e a valorização social e económica do conhecimento.

De igual modo, o projecto educativo, científico e cultural da Escola de Engenharia da Universidade do Minho pode ser sintetizado através da definição da sua missão e visão, que constam do documento Plano Estratégico da Escola de Engenharia - Agenda 2020:

Missão

A Uminho tem como Missão gerar, difundir e aplicar conhecimento, contribuindo para a concretização da Missão da Universidade, através da promoção da criatividade e da inovação como factores de desenvolvimento sustentável e bem-estar. A EEUM sustenta a sua actividade numa investigação e num ensino de qualidade seguindo os mais elevados padrões internacionais, com relevante valorização do conhecimento produzido, atendendo aos três domínios da Missão que define no seu Plano Estratégico: os projectos de ensino,

os projectos de investigação, os projectos de interacção com a sociedade, envolvendo toda a comunidade académica de antigos alunos, estudantes, não docentes, docentes e investigadores, na concretização do projecto "Uma Escola para a Sociedade".

Visão

A Visão da EEUM para 2020 é fazer parte do grupo das 30 melhores Escolas Europeias de Engenharia. Para a concretização deste objectivo, a EEUM apostará num ensino de elevada qualidade suportado por uma investigação de excelência, captando e criando talentos que desenvolverão a sua actividade no quadro de uma cultura de qualidade e de responsabilização a todos os níveis de actuação, promovendo uma gestão eficiente e racionalizada dos seus recursos, contando com uma equipa de colaboradores altamente motivada, infra-estruturas modernas e atractivas, gerando uma elevada produtividade e competitividade em todos os seus projectos.

O desenvolvimento de projectos de ensino e investigação em domínios estratégicos e emergentes, assim como a promoção de cooperação com a indústria e serviços em projectos multidisciplinares, permitirão à EEUM maximizar a sua intervenção na comunidade, seguindo o seu lema: "Uma Escola para a Sociedade".

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

The educational, scientific and cultural, project of the Faculty of Science, University of Lisbon can be synthesized through the definition of its mission and vision, appearing <http://www.fc.ul.pt> web page:

Mission

The teaching, research and knowledge transfer and innovation in the areas of exact and natural sciences and techno-sciences as well as the production, dissemination and sharing of cultures, stimulating the permanent opening to civil society through the dissemination of knowledge and interconnection with the social and economic actors.

Vision

To be, and to be recognized as a benchmark institution, internationally, in the creation of scientific knowledge, promoting excellence in the quality of teaching and research activities and the enhancement of social and economic knowledge.

Similarly, the project educational, scientific and cultural development of the School of Engineering, University of Minho can be synthesized through the definition of its mission and vision, set out in the Strategic Plan document School of Engineering - Agenda 2020:

Mission

The UM has as mission to generate, disseminate and apply knowledge, contributing to the achievement of the mission of the University by promoting creativity and innovation for sustainable development and well-being. The EEUM sustains its activity on research and a quality education to the highest international standards, with significant enhancement of the knowledge produced, given the three domains that define the Mission in its Strategic Plan: educational projects, research projects, projects of interaction with society, involving the entire academic community of alumni, students, non-teaching staff, teachers and researchers, the achievement of the project "A School for the Company."

Vision

The Vision of EEUM for 2020 is part of the group of top 30 European Schools of Engineering. To achieve this objective, the EEUM bet on a high-quality education supported by a research excellence, capturing and creating talent that conduct their activities within the framework of a culture of quality and accountability at all levels of operation, providing a management efficient and streamlined its resources, with a team of highly motivated, modern infrastructure and attractive, generating high productivity and competitiveness in all its projects. The development of teaching and research projects in strategic and emerging, as well as the promotion of cooperation with industry and services in multidisciplinary projects, will enable the EEUM maximize its involvement in the community, following its motto: "A School for Society".

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:

O corpo docente da FCUL (ca. 410 docentes) é constituído na sua quase totalidade (ca. 99%) por doutorados nas diversas áreas das Ciências Exatas e Naturais e afins. De igual modo, o corpo docente da EEUM (ca. 300 docentes) é constituído na sua quase totalidade (ca. 99%) por doutorados nas diversas áreas das Engenharias, Ciências de Engenharia e afins. A diversidade dos seus interesses científicos potencia uma abordagem formativa multidisciplinar e transversal.

Na sua maior parte, os docentes estão integrados como investigadores em unidades de investigação com elevados níveis de produção científica e de internacionalização, que foram reconhecidos nas avaliações internacionais promovidas pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FC1).

O envolvimento de um corpo docente altamente qualificado em atividades de investigação reflete-se necessariamente na qualidade do ensino graduado e pós-graduado.

Deste modo este projeto de ensino é compatível com o projeto educativo, científico e cultural, quer da Faculdade de Ciências e da Universidade de Lisboa, quer da Escola de Engenharia e da Universidade do Minho, na medida em que promove o ensino e a investigação em áreas da fronteira do conhecimento e promove a transferência de conhecimento das Universidades para as empresas industriais e de serviços, aspecto que não é central noutros ciclos de formação na UL e na UM.

O contacto dos estudantes de doutoramento com a investigação desenvolvida nos Centros de Investigação da UL e da UM e com Centros de Investigação de parceiros internacionais com que os grupos promotores desta proposta têm vindo a colaborar contribuirá para que os estudantes adquirirem experiências e competências multidisciplinares que lhes permitirão abraçar oportunidades fora, e também dentro, do mundo académico.

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

The faculty FCUL (ca. 410 teachers) consists almost entirely (ca. 99%) by PhDs in different areas of such as Exact and Natural Sciences. Similarly, the faculty EEUM (ca. 300 teachers) consists almost entirely (ca. 99%) by PhDs in various fields of Engineering and Engineering Sciences. The diversity of their scientific interests promotes a multidisciplinary and cross-training approach. For the most part, teachers are integrated as researchers in research units with high levels of scientific production and internationalization, which were recognized in international evaluations organized by the Foundation for Science and Technology (FCT). The involvement of a highly qualified faculty in research activities is reflected necessarily in the quality of teaching graduate and postgraduate level. Thus this teaching project design is compatible with the educational, scientific and cultural, both of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon and the School of Engineering of the University of Minho, in that it promotes education and research in areas the frontier of knowledge and promotes the transfer of knowledge from universities to industry and services, an aspect that is not central in other training courses in UL and UM. The contact of the PhD students with the Research Centers of UL and UM Research Centers and the international partners that the proponents of the project groups are collaborating with will help the students to gain experience and multidisciplinary expertise in order to embrace opportunities outside and within, the academic world.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Modelação / Modelling

3.3.1. Unidade curricular:

Modelação / Modelling

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

Luis Eduardo Neves Gouveia

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Pedro Moura

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Na resolução de problemas em PLI é essencial ter modelos fortes, isto é modelos que permitam resoluções eficientes através dos pacotes disponíveis de PLI. A relaxação em programação linear de um modelo PLI é uma boa medida para caracterizar modelos de PLI já que métodos exactos dependem fortemente de limites que enquadram o valor óptimo. O valor óptimo da relaxação em programação Linear fornece um dos limites para o valor do óptimo.

Nesse sentido, nesta disciplina pretende-se que os alunos aprendam conceitos técnicas que lhes permitam transformar uma formulação F de um problema P numa formulação "mais forte" F' no sentido em que a formulação F' tem uma relaxação em programação linear mais forte do que a formulação original.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

When solving ILP models, it is important to use strong models, that is, models that lead to efficient solution techniques when combined with available ILP codes. The linear programming relaxation of an ILP model gives a good measure of the strength of an ILP model.

Thus, the students must learn concepts and techniques that would allow them to "transform a given formulation F for an integer problem P into a "stronger" formulation F' that is a formulation that has a stronger linear programming bound.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Modelos de PLI 0/1 - Formulações Naturais versus Formulações estendidas. Conceito de Projecção. Projecção como instrumento para relacionar formulações estendidas e formulações naturais.

Exemplos. O problema do Caixeiro Viajante. O Problema de clique de peso máximo.

Reformulações. Motivação

Desagregação: Modelos de fluxos de uma e de várias comodidades. Modelos de localização como caso particular.

Reformulações de Caminho: Motivação e Teoria. Exemplos. Lot-Sizing, caminhos com restrições adicionais.

Reformulação por discretização. Teoria. Aplicações a Lot-Sizing, Localização e ao problema do Caixeiro Viajante (fazendo uma ligação entre formulações de fluxo e formulações com dependências temporais)

Reformulações baseadas em resultados de teoria dos grafos. Exemplos de tais situações tiradas de problemas de desenho de redes com restrições de sobrevivência.

3.3.5. Syllabus:

ILP 0/1 models- Natural formulations versus extended formulations. Projection: Concept of projection. projection as a tool for relating an extended formulation to a natural formulation.

Examples: The Traveling Salesman Problem. The maximum weight clique problem

Reformulations: Motivation:

Disaggregation: Theory. Single commodity and multicommodity flow based models. The location model as a particular case.

Shortest path reformulations: Motivation and Theory. Examples: Lot Sizing, shortest path problems with additional constraints

Reformulation by Discretization: Theory. Applications to Lot-Sizing, Location and the Traveling Salesman Problem (making a connection between flow based models and time dependent models)

Reformulations based on results from Graph theory. examples taken from Survivability Network Design.

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

Os conceitos que fazem parte do programa incluem as principais técnicas para reformular e melhorar uma formulação em PLI. Os exemplos são típicos e ilustrativos. Além disso, alguns exemplos que fazem parte do programa e se baseiam em aplicações reais (e.g., telecomunicações e logística) mostram a utilidade destas técnicas em formulações que modelam situações reais complexas.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The concepts mentioned in the syllabus contain the most important techniques for reformulating an integer linear program. The examples are typical and illustrative. Furthermore, some examples taken from real world applications arising from Logistics and/or telecommunications are given to illustrate how to use such technique in more complex problems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos e os exemplos são dados nas aulas teóricas. As aulas teórico-práticas permitem melhorar a aprendizagem com a inclusão de aplicações de técnicas de reformulação a problemas relacionados (mas diferentes) dos originais). Nesse sentido os alunos podem mostrar que aprenderam as técnicas estudadas e ao mesmo tempo mostrar que sabem aplicá-las em situações diferentes.

A avaliação é feita através de um projecto onde os alunos aplicam as técnicas estudadas a problemas novos. A experiência obtida com a realização do projecto pode e deve ser relevante para a sua dissertação.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Concepts with examples are given in the theoretical classes. These are complemented with theoretical/practical classes where the learning process is fostered with exercises including the application of reformulation techniques to problems that are related to the ones given in the lectures.

The evaluation is done by a project where the students apply the techniques to new problems. This might provide the student with new insights for the research associated to his/her dissertation.

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

Os exercícios e a análise de outros modelos contribui para a consolidação do estudante nos tópicos leccionados. O estudo de novas variantes (como exercícios) pode indicar ao estudante algumas pistas para questões de modelação que possam aparecer na sua dissertação.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Exercises as well as the analysis of related models help the student to consolidate their knowledge on the required concepts. The study of new variants (as exercises) guide the students for what may be required of them for the dissertation.

3.3.9. Bibliografia principal:

Folhas/Slides de Apoio

Nemhauser and Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley Interscience, 1999.

Mapa IV - Caracterização de Poliedros / Polyhedral Analysis

3.3.1. Unidade curricular:

Caracterização de Poliedros / Polyhedral Analysis

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

Miguel Fragoso Constantino

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Na resolução de problemas em PLI é essencial ter modelos fortes, isto é modelos que permitam resoluções eficientes através dos pacotes disponíveis de PLI. A relaxação em programação linear de um modelo PLI é uma boa medida para caracterizar modelos de PLI já que métodos exactos dependem fortemente de limites que enquadram o valor óptimo. O valor óptimo da relaxação em programação Linear fornece um dos limites para o valor do óptimo.

Nesse sentido, pretende-se que os estudantes aprendam conceitos que lhes permitam analisar e estudar o conjunto das soluções admissíveis da relaxação em programação linear de um problema formulado em programação linear inteira.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

When solving ILP models, it is important to use strong models, that is, models that lead to efficient solution techniques when combined with available ILP codes. The linear programming relaxation of an ILP model gives a good measure

of the strength of an ILP model.

Thus the students must learn concepts that would allow them to analyse and study the set of feasible solutions of the linear programming relaxation of an integer program.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução: conjuntos convexos e poliedros; dimensão de um conjunto e de um poliedro.

2. Desigualdades válidas, faces, facetas. Pontos extremos e direcções extremas. Teorema de representação de Minkowski. Polaridade.

3 Projecção. Lema de Farkas; Teoremas de Fourier-Motzkin e de Weyl.

4 Poliedros e separação. Teorema de Grotchel-Lovasz-Schrjver.

5 Poliedros associados a problemas combinatorios: florestas; emparelhamentos; saco de mochila; conjunto independente; caixeiro viajante.

6 Poliedros e Programação Linear Inteira e Mista: Desigualdades de Chvatal Gomory; algoritmos de plano de corte; algoritmo de Gomory; algoritmos baseados em cortes "fortes"

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction: convex sets and polyhedra; dimension of general sets and polyhedra

2. *Valid inequalities, faces and facets. Extreme points and extreme directions; Minkowski's theorem. Polarity.*
3 *Projection of polyhedra; Farkas' lemma; Fourier-Motzkin and of Weyl's theorems*
4 *Polyhedra and separation; Grotchel-Lovazs-Schrjver theorem.*
5 *Polyhedral combinatorics: forests; matching; knapsack; stable sets; traveling salesman problem.*
6 *Polyhedra and mixed integer programming: Chvatal Gomory inequalities; cutting plane algorithms; Gomory cuts; algorithms based on strong inequalities*

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

O programa da disciplina incluem os conceitos necessários para se poder apreender a fazer um estudo e caracterização adequada do conjunto admissível de um problema formulado em Programação Linear.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The concepts mentioned in the syllabus include the necessary tools for a proper characterization and study of the feasible set of a linear program.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos devidamente ilustrados com exemplos são leccionados nas aulas teóricas. Estas são complementadas com aulas teórico/práticas onde se pretende que o processo de aprendizagem seja solidificado com a resolução de exercícios que incluem a análise de poliedros associados a problemas combinatórios conhecidos.

A avaliação é feita por um exame escrito e complementada com um projecto onde poliedros simples mas novos (do ponto de vista da aprendizagem) serão estudados.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Concepts with examples are given in the theoretical classes. These are complemented with theoretical/practical classes where the learning process is fostered with exercises including the analysis and characterization of polyhedrons taken from known combinatorial optimization problems.

The evaluation is done by a written exam together with a project where simple and new (from a learning perspective) polyhedrons will be studied.

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

Exercícios e os projectos de análise de poliedros conhecidos ajudam o estudante a consolidar o seu conhecimento nos conceitos necessários. O estudo de novos poliedros permite ajudar o aluno na investigação para a sua dissertação.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Exercises as well as the analysis of known polyhedrons help the student to consolidate their knowledge on the required concepts. The study of new and simple polyhedrons (as exercises) guide the students for what may be required of them for the dissertation.

3.3.9. Bibliografia principal:

Nemhauser and Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley Interscience, 1999.

Mapa IV - Otimização Combinatória /Combinatorial Optimization

3.3.1. Unidade curricular:

Otimização Combinatória /Combinatorial Optimization

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

Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta disciplina é opcional no programa doutoral. Para quem a escolha pretende-se que os alunos tenham um overview de vários temas relevantes de otimização combinatória, por exemplo, resultados min-max, relações de complementaridade, algoritmos primal-dual e algoritmos polinomiais sofisticados

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This is an optional unit. The main idea is to provide the students who chose the unit to have a tour of important and relevant combinatorial optimization concepts such as min-max results, complementary relations, primal-dual algorithms, and sophisticated polynomial algorithms.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Árvores de Suporte e Arborescências O Algoritmo de Edmonds. Caracterizações Poliédricas.
2. Emparelhamentos
Emparelhamentos e cadeias de aumento. Circuitos de cardinalidade ímpar.
Emparelhamento máximo. Árvores Alternadas. Algoritmo. O caso bipartido e o caso geral.
Emparelhamentos perfeitos de peso mínimo. Algoritmo.
Gráficos Eulerianos e o Problema do Carteiro Chinês.*

3.3.5. Syllabus:

*1. Spanning trees and arborescences. Edmonds Algorithm. Polyhedral Characterizations.
2. Matchings
Matchings and Alternating paths. Odd Circuits
Maximum Matching. Alternating Trees. Algorithm. The Bipartite Case. The General Case. Blossom Algorithm.
Minimum Weight perfect Matchings. Algorithms.
Eulerian Graphs and the Chinese Postman Problem.*

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

Problemas associados a árvores de suporte, arborescências e emparelhamentos são exemplos adequados de problemas combinatórios com o objectivo de ilustrar e ensinar conceitos e técnicas de otimização combinatória.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Spanning trees, arborescences and matching problems are sufficiently rich examples of combinatorial problems with concepts and techniques that provide material for a tour of important combinatorial optimization concepts.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Conceitos e técnicas com exemplos ilustrativos são ensinados nas aulas teóricas. Estas são complementadas com aulas teóricas/práticas onde o processo de aprendizagem será melhorado com a utilização de exercícios.

O processo de avaliação faz-se com um exame escrito complementado com um projecto onde uma variante dos problemas leccionados tem que ser estudada.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Concepts and techniques with examples are given in the theoretical classes. These are complemented with theoretical/practical classes where the learning process is improved with exercises.

The evaluation is done by a written exam complemented with a project where a variation of the problems studied need to be addressed.

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

Os exercícios e o projecto complementar ajudam a consolidar o conhecimento dos alunos nesta área.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Exercises as well as the complementary project help the student to consolidate their knowledge on the required concepts.

3.3.9. Bibliografia principal:

W. Cook, W. Cunningham, W. Pulleyblank and A. Schriver, "Combinatorial Optimization", Wiley-Interscience, 1998.

A. Schriver, "Combinatorial Optimization - Volume A", Springer, 2003.

Mapa IV - Técnicas Heurísticas / Heuristic Techniques

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas Heurísticas / Heuristic Techniques

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

Ana Maria Duarte Silva Alves Paias

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Luis Gouveia e Francisco Saldanha da Gama

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introdução e motivação para necessidade da utilização de técnicas heurísticas para resolver problema de Programação Linear Inteira. Ensinar diferentes técnicas para obter (boas) soluções admissíveis para problemas combinatórios e mostrar como seleccionar a mais adequada na presença de um determinado problema.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Introduction and motivation for the need of several heuristic techniques for approaching Integer Problems. 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.

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. Ajustamentos; 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.

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 Unityng Approach

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

Ensina-se uma série de heurísticas com um aumento gradual de complexidade e de solisticação e ilustrando diferentes técnicas de pesquisa no espaço de soluções. Nesse sentido o aluno pode ganhar conhecimento e intuição em como seleccionar a heurística mais adequada na presença de um determinado problema.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

We present several heuristic techniques with increasing complexity and illustrating different space search techniques, in each case, illustrating its advantages and disadvantages. Thus, the student might gain some intuition on how to select the best heuristic technique for a specific situation.

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.

Avaliação por trabalho que engloba todas as componentes. O Trabalho consiste na aplicação dos métodos a um problema aespécifico

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.

Evaluation done with a 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 de aprendizagem 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 intended learning outcomes:

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.

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

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

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

7263-5];

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

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

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

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

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

Vofß, S. and Woodruff, D. (eds.) (2002) *Optimization Software Class Libraries*. Kluwer, Bost

Mapa IV - Métodos de Decomposição em Programação Inteira / Decomposition Methods for Integer Programming

3.3.1. Unidade curricular:

Métodos de Decomposição em Programação Inteira / Decomposition Methods for Integer Programming

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

Filipe Pereira Pinto da Cunha e Alvelos

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

José Valério de Carvalho

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

(OA1) Compreender a importância das formulações de programação matemática fortes, e conhecer técnicas de decomposição para as obter.

(OA2) Analisar a estrutura de um modelo de programação matemática, distinguir e avaliar diferentes formas de aplicar os métodos de decomposição, e derivar e implementar algoritmos de resolução apropriados, quer exactos, quer heurísticos.

(OA3) Conhecer as limitações existentes na utilização de métodos exactos, e desenvolver a capacidade de avaliar qual a dimensão das instâncias de um dado problema que é possível resolver em tempo útil.

(OA4) Aplicar esses conceitos na abordagem a problemas reais, e ser capaz de os resolver utilizando programas computacionais.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

(LO1) Understand the importance of strong mathematical programming models, and to know decomposition techniques to obtain them.

(LO2) Analyze the structure of a mathematical programming model, distinguish and evaluate different ways to apply the methods of decomposition, and derive and implement algorithms appropriate resolution, either exact or heuristic.

(LO3) Know the limitations on the use of exact methods, and develop the ability to ascertain the size of instances of a given problem that can be solved in a reasonable time.

(LO4) Apply these concepts in addressing the real problems, and be able to solve them using computer programs.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Problema Lagrangeano.

Condições de Optimalidade. Método do Subgradiente. Relação entre o Valor de Várias Relaxações. Propriedade da Integralidade. Aplicações.

Decomposição de Dantzig-Wolfe:

Reformulação do Problema Original. Problema Principal. Subproblema. Estrutura Angular em Blocos.

Interpretação do Método de Dantzig-Wolfe. Problema de Corte. Limites Interiores. Aplicações.

Método de Partição e Geração de Colunas:

Concepção de Algoritmos de Partição e Geração de Colunas. Regra de Partição. Compatibilidade entre

Problema Principal e Subproblema. Preservação da Estrutura do subproblema. Simetria. Metodologia para Problemas em Redes. Modelo do Problema de Corte. Resolução da Relaxação Linear e do Problema Inteiro.

Aplicações.

Aceleração de Processos de Geração de Colunas:

Método de Estabilização. Método dos Cortes Duais. Aplicações.

Metaheurísticas baseadas em modelos de decomposição. Aplicações. Utilização de software.

3.3.5. Syllabus:

Lagrangean relaxation:

Lagrangean problem. Optimality conditions. Subgradient Method. Relation between the values of different relaxations. Integrality property. Applications.

Dantzig-Wolfe decomposition:

Reformulation of the original problem. Master Problem. Subproblem. Angular block structure. Interpretation of Dantzig-Wolfe method. Cutting stock problem. Lower bounds. Applications.

Branch-and-price:

Design of Branch-and-price Algorithms. Branching Rules. Compatibility between master problem and subproblem. Preserving the structure of subproblem. Symmetry. Methodology for Network Problems. Cutting stock problem. Solution of Linear relaxation and Integer Problem. Applications.

Accelerating Column Generation:

Stabilization Method. Dual Cutting. Applications.

Metaheuristics based on decomposition models. Applications. Software.

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

A prática tem vindo a demonstrar que a utilização de modelos mais fortes em Programação Inteira, que são modelos cuja relaxação linear descreve de uma forma mais próxima o espaço de soluções válidas, é de uma importância crucial na resolução de problemas de grande dimensão. Para além de outras formas sistemáticas conhecidas de obter modelos mais fortes, como as modificações dos coeficientes das restrições, a desagregação de restrições, ou a utilização de desigualdades válidas, os métodos de decomposição, como a decomposição de Dantzig-Wolfe e a relaxação Lagrangeana são também metodologias que permitem construir modelos mais fortes.

Apesar dos modelos gerados através da decomposição de Dantzig-Wolfe poderem ter um número exponencial de variáveis de decisão, e de ser necessário recorrer ao método de geração de colunas, o que dá origem a algoritmos mais elaborados, a vantagem que advém da melhoria da qualidade do modelo pode ser muito compensadora.

A descoberta de formas de combinar o método da partição e avaliação com o método de geração de colunas, técnicas que foram conhecidas por mais de três décadas, mas cuja combinação representara sempre um desafio, trouxe um interesse renovado nesta metodologia. Passou a ser possível obter soluções óptimas inteiras para os modelos, ao contrário do que acontecia antes, em que as soluções fraccionárias eram usadas para construir soluções válidas aproximadas.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The practice has shown that the use of stronger models in Integer Programming, which are models whose linear relaxation describes more closely the space of valid solutions, is of crucial importance in solving large problems. In addition to other known systematic ways of obtaining stronger models, as the modifications of the coefficients of the constraints, disaggregation of constraints, or the use of valid inequalities, decomposition, as Dantzig-Wolfe decomposition or Lagrangean relaxation, are methodologies that also allow to build stronger models.

Although the models generated by Dantzig-Wolfe decomposition may have an exponential number of decision variables, and it is necessary to resort to column generation, which gives rise to more elaborate algorithms, the advantage that comes from the improvement in the quality of model may be very rewarding.

The discovery of ways to combining branch-and-bound and column generation method, techniques have been known for more than three decades, but whose combination will always represent a challenge, brought a renewed interest in this methodology. It is now possible to obtain optimal solutions for integer programming models, unlike what happened before, when fractional solutions were used to build approximate valid solutions.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (1): Apresentação do material. Apresentação de exemplos. Aulas de laboratório (1F): Uso do software. Solução dos exercícios propostos. Apoio / orientação de trabalhos individuais.

Avaliação:

Projecto individual envolvendo a resolução de um modelo de geração de colunas com auxílio de um computador: 30%

Análise de artigos (individua.): 30%

Exame final: 40%

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (T): Presentation of material. Presentation of examples. Lab classes (TF): Using software. Solution of the exercises. Support / orientation of independent work.

Evaluation:

Individual project involving the solution of a column generation model with the aid of a computer: 30%

Analysis of papers (individual): 30%

Final exam: 40%

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

Os tópicos Relaxação Lagrangeana e Decomposição de Dantzig-Wolfe estão principalmente relacionados com o OA1. Os tópicos Método de Partição e Geração de Colunas e Metaheurísticas estão principalmente relacionados com o OA2. A utilização de software para a resolução de problemas está relacionada com o OA3 e OA4. Para além dos conceitos teóricos, a aplicação dos conceitos é conseguida com ferramentas computacionais e software.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The topics Lagrangean Relaxation and Dantzig-Wolfe Decomposition are mainly related to the LO1. The topics Branch-and-Price and Metaheuristics are mainly related to the LO2. The use of software to solve problems is related LO3 and LO4. Besides the theoretical concepts, the application of concepts is achieved with computational tools and software.

3.3.9. Bibliografia principal:

- J.M. Valério de Carvalho, *Apostamentos de Programação Inteira*, 267 p., (versão 1.1), Universidade do Minho, 2001.
- Nemhauser and Wolsey, *Integer and Combinatorial Optimization*, Wiley, 1999.
- Column Generation, G.Desaulniers, J.Desrosiers, and M. Solomon (eds.), Springer, 2005.
- Ahuja, R., Magnanti, T., and Orlin, J., *Network flows: Theory, Algorithms and Applications*. Prentice-Hall, Inc., 1993.
- Martello, S., Toth, P., *Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations*, Wiley, 1990.
- Barnhart, C., Johnson, E., Nemhauser, G., Savelsbergh, M. and Vance, P., *Branch-and-Price: Column generation for solving huge integer programs*, *Operations Research*, 46 (3), pp.316-329, 1998.
- O. du Merle, D. Villeneuve, J. Desrosiers, P. Hansen, *Stabilized column generation*, *Discrete Mathematics* 194, pp. 229-297, 1999.
- H. Ben Amor, J., J.M. Valério de Carvalho, *Dual-optimal Inequalities for Stabilized Column Generation*, *Operations Research* 54 (3) pp. 454—463, 2006.

Mapa IV - Laboratório e Aplicações / Laboratory and Applications

3.3.1. Unidade curricular:

Laboratório e Aplicações / Laboratory and Applications

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

Claudio Manuel Martins Alves e Maria da Conceição Fonseca

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Todos os docentes do Curso e outros especialistas convidados

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

a UC tem objectivos de dois tipos, relacionados com as componentes Laboratório e Aplicações:

Laboratório:

-Conhecimento da uma linguagem de modelação de uma plataforma computacional para a resolução de problemas do âmbito do ciclo de estudos, como, por exemplo, a utilizada no IBM ILOG CPLEX Optimization Studio.

-Conhecimento do funcionamento da plataforma computacional: opções, parâmetros e alternativas de implementação disponíveis na plataforma computacional, e avaliação da sua influência na resolução de problemas práticos.

-Utilização da plataforma computacional para a resolução de problemas tipo ou de variantes propostas de problemas tipo.

Aplicações:

-conhecimento de uma forma mais abrangente áreas de aplicação da Investigação Operacional:

-definição e âmbito da área de aplicação

-aspectos tecnológicos relevantes

-problemas da área de aplicação não abordados nas outras unidades curriculares

-principais desafios

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The course has two types of objectives, related to the Laboratory and Applications components:

lab:

- Know one modeling language of a computer platform for solving problems within the scope of the course, as for example, the IBM ILOG CPLEX Optimization Studio.

- Know the operation of the computer platform: options, parameters and implementation alternatives available, and assess their influence on solution time of practical problems.

- Know how to use the computer platform for solving typical problems or proposed variants of typical problems.

applications:

- more comprehensive knowledge of an application areas of Operational Research:

- definition and scope of the application area

- relevant technological aspects

- problems of application area not covered in other courses

- main challenges

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A componente Laboratório tem o seguinte conteúdo programático:

Linguagem de modelação de uma plataforma computacional para a resolução de problemas do âmbito do ciclo de estudos.

A componente Aplicações será constituída por 2 módulos, a seleccionar pelos alunos de um conjunto de módulos, cada um deles versando uma área de aplicação. Uma lista não exaustiva de módulos é a seguinte:

- Logística

- Telecomunicações

- Saúde

- Corte e empacotamento

- Gestão Florestal

- Planeamento e escalonamento da produção

- Transportes

3.3.5. Syllabus:

The laboratory component has the following syllabus:

Modeling language of a computational platform for solving problems within the scope of the cycle of studies.

The component applications will consist of two modules, selected by the students out of a set of modules, each dealing with an application area. A non-exhaustive list of modules is as follows:

- Logistics

- Telecommunications

- Health

- Cutting and packing

- Forest Management

- Production planning and scheduling

- Transportation

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

A componente Laboratório desta unidade curricular visa a abordagem de problemas reais típicos, e o desenvolvimento da capacidade de os resolver utilizando ferramentas computacionais de resolução de modelos de programação matemática;

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The laboratory component of this course aims to tackle typical real problems, and to develop the ability to solve them using computational tools for mathematical programming models;

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Na componente Aplicações, o ensino poderá incluir palestras de especialistas convidados. A avaliação de cada módulo poderá incluir a análise de um ou vários artigos.

Na componente Laboratório, haverá a resolução de exemplos em espaço de laboratório. A avaliação incluirá projectos de implementação de modelos e a sua resolução.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In the Applications component, teaching may include lectures by invited experts. The evaluation of each module may include the analysis of one or more papers.

In the laboratory component, instances will be provided for the students to solve in the laboratory. The assessment will include projects with the implementation of models and their resolution.

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

Na componente Laboratório, as aulas decorrerão em espaços de laboratório com computadores e com a plataforma computacional instalada. A avaliação incluirá projectos de implementação de modelos e a sua resolução.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the laboratory component, classes take place in lab spaces with computers and the computer platform installed. The assessment will include projects with the implementation of models and their resolution.

3.3.9. Bibliografia principal:

- IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Manual and related documents
- bibliografia complementar da área de aplicações a ser tornecida pelos palestrantes convidados

Mapa IV - Otimização não linear discreta /Discrete nonlinear optimization

3.3.1. Unidade curricular:

Otimização não linear discreta /Discrete nonlinear optimization

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

Fernando João Pereira de Bastos

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta disciplina é opcional no programa doutoral. Para quem a escolha pretende-se que os alunos desenvolvam alguns conhecimentos que se assumem já adquiridos (por exemplo, convexidade, condições de otimização e condições KKT) e comecem a adquirir conhecimentos, como, por exemplo, qualidade lagrangeana, métodos de ponto interior, otimização não linear discreta. Pretende-se ainda que tenham contacto com algum software importante nesta área (IPOPT, BONMIN,...).

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This is an optional unit. The main idea is to help the students which choose the unit to develop some previous known topics (convexity, optimality conditions and KKT conditions) and become acquainted with other topics, like Lagrangean duality, interior point methods, discrete nonlinear optimization... It is also a target the contact with important software in the field (IPOPT, BONMIN,...)

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisões e desenvolvimentos sobre convexidade, condições de otimização e condições KKT.*
- 2. Dualidade Lagrangeana.*
- 3. Métodos de ponto interior.*
- 4. Introdução à otimização não linear discreta.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Remembering and develop some concepts about convexity, optimality conditions and KKT conditions.*
- 2. Lagrangean duality.*
- 3. Interior point methods.*
- 4. Introduction to discrete nonlinear optimization.*

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

O desenvolvimento dos conhecimentos sobre convexidade é, muitas vezes, fundamental para permitir uma abordagem mais avançada da otimização não linear. Os conhecimentos sobre dualidade Lagrangeana são a base para se poder, dum forma coerente, entrar em aspectos algorítmicos. Os métodos de ponto interior são, cada vez mais, a alternativa mais eficiente para a resolução de problemas de otimização não linear. A otimização não linear discreta é uma área em franco desenvolvimento, não só do ponto de vista teórico, mas principalmente do ponto de vista das aplicações e do software.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The growing of the knowledge about convexity is, often, essential for a more advanced approach to the nonlinear optimization. Lagrangean duality is fundamental for a logical approach to the algorithmic component. Interior point methods are the more efficient alternative to nonlinear optimization problems. Discrete nonlinear optimization is an area of fast theoretical, application and software development

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Conceitos e algoritmos são ensinados nas aulas teóricas. Estas são complementadas com aulas práticas onde o processo de aprendizagem será melhorado com a utilização de casos de estudo e uso de software. O processo de avaliação faz-se com um exame escrito complementado com trabalhos com formulação de situações concretas e correspondente resolução, utilizando, quando se justificar, software apropriado.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Concepts and algorithms are given in the theoretical classes. These are complemented with practical classes where the learning process is improved with case studies and the use of software.

The evaluation is done by a written exam complemented with small projects with the formulation of real situations and the correspondent resolution, using, when justified, adequate software.

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

Os casos de estudo e os trabalhos estimulam e consolidam a aprendizagem dos conceitos fundamentais.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The case studies and the small projects help the students to consolidate their knowledge on the required concepts.

3.3.9. Bibliografia principal:

D. P. Bertsekas, A. Nedic and A. E. Ozdaglar, "Convex Analysis and Optimization", Athena Scientific, 2003.

Mapa IV - Programação Estocástica / Stochastic Programming

3.3.1. Unidade curricular:

Programação Estocástica / Stochastic Programming

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

Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes Conceição

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta disciplina é opcional no programa doutoral. Para quem a escolha pretende-se que os alunos tenham uma visão global em termos dos problemas de Programação Estocástica nomeadamente, no que diz respeito aos aspectos de modelação e a algumas características essenciais.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This is an optional unit. The main idea is to provide the students who chose the unit to have an overview of the field of Stochastic Programming. In particular, emphasis is given to modelling issues and to basic characteristics of these problems.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e motivação: Problemas de optimização com parâmetros não determinísticos; Um exemplo clássico em Programação Estocástica.*
- 2. Conceitos básicos e definições: Aspectos relacionados com incerteza; Vantagens na utilização de uma abordagem estocástica; Atitudes perante o risco; Não antecipação; Estabilidade.*
- 3. Problemas de programação linear estocástica com um nível de decisão: Formulação geral e exemplo; Admissibilidade e convexidade; Optimalidade e convexidade; Regiões de decisão óptimas; Problemas distribucionais.*
- 4. Problemas de programação linear estocástica com dois níveis de decisão: Aspectos de modelação; Exemplos; Formulação geral; Correntes de admissibilidade; A função de recurso; Tipos de recurso fixo; Valores especiais.*
- 5. Problemas de programação linear estocástica com múltiplos níveis de decisão: aspectos de modelação. Exemplos.*
- 6. Problemas com restrições probabilísticas: Formulação geral; Abordagens genéricas; Métodos baseados em quantis.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction and motivation: Optimization problems with non-deterministic parameters; A classical example in Stochastic Programming.*
- 2. Basic concepts and definitions: Uncertainty issues; advantages from using a stochastic approach; Attitudes towards risk; Non-anticipativity; Stability*
- 3. Single stage stochastic linear programming problems: General formulation and example; Feasibility and convexity; Optimality and convexity; Decisions regions for optimality; Probability distributions.*
- 4. Two stage stochastic linear programming problems: Modeling framework; Examples; General formulation; Feasibility sets; The recourse function; Types of fixed recourse; Special values.*
- 5. Multistage stochastic linear programming problems: Modeling issues and examples.*
- 6. Probabilistic constraints: General formulation; General approaches; Quantile rules.*

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

Os tópicos propostos cobrem o conhecimento mínimo necessários para a utilização de modelos e técnicas de Programação Estocástica.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents assure the minimum necessary knowledge for using models and techniques from Stochastic Programming.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Conceitos e técnicas com exemplos ilustrativos são ensinados nas aulas teóricas. Estas são complementadas com aulas teóricas/práticas onde o processo de aprendizagem será melhorado com a utilização de exercícios.

O processo de avaliação faz-se com um exame escrito complementado com um projecto onde uma variante dos problemas leccionados tem que ser estudada.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Concepts and techniques with examples are given in the theoretical classes. These are complemented with theoretical/practical classes where the learning process is improved with exercises.

The evaluation is done by a written exam complemented with a project where a variation of the problems studied need to be addressed.

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

Os exercícios e o projecto complementar ajudam a consolidar o conhecimento dos alunos nesta área.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Exercises as well as the complementary project help the student to consolidate their knowledge on the required concepts.

3.3.9. Bibliografia principal:

A. Shapiro, D. Dentcheva, A. Ruszczyński, "Lectures on Stochastic Programming - Modeling and theory", MPS-SIAM Series on Optimization, 2009

J.R. Birge, F. Louveaux, "Introduction to stochastic programming", Springer, 1997.

P. Kall, J. Mayer, "Stochastic Linear Programming", Springer, 2005.

A. Ruszczyński, A. Shapiro (Edts), "Stochastic Programming", Handbooks in Operations Research and Management Science, Volume 10, Elsevier, 2003.

Mapa IV - Gestão de Projectos / Project Management

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão de Projectos / Project Management

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

José Manuel Vasconcelos Valério de Carvalho

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Claudio Alves

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

OA1: Compreender e explicar a importância da gestão de projectos em organizações;

OA2: Compreender o ciclo de vida dos projectos e desenvolver a capacidade de definir projectos e de os gerir;

OA3: Compreender as técnicas e ferramentas para monitorizar e controlar efectivamente um projecto;

OA4: Aplicar ferramentas e técnicas de gestão de projecto.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

(LO1) - To understand and explain the importance of project management in organizations.

(LO2) - To understand the project life cycle and to develop the capacity to define projects and to manage them.

(LO3) - To understand techniques and to use tools for effectively monitoring and controlling a project.

(LO4) - To apply project management tools and techniques.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Gestão de Projectos. Crescimento da função de gestão projecto: conceitos e definições. Estruturas organizacionais. Funções de Gestão. Planeamento. Técnicas de programação em rede. Estimativa de custos. Controlo e monitorização. Gestão de Risco. Gestão da Qualidade.

3.3.5. Syllabus:

Project Management. Project Management Growth: Concepts and Definitions. Organizational Structures. Management Functions. Planning. Network Scheduling Techniques. Pricing and Estimating. Cost Control. Risk Management. Quality Management.

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

Os tópicos Crescimento da função de gestão projecto: conceitos e definições; Estruturas organizacionais e Funções de Gestão estão principalmente relacionados com o OA1. Os tópicos Planeamento, Técnicas de programação em rede, Gestão de Risco e Gestão da Qualidade estão principalmente relacionados com o OA2. Os tópicos Técnicas de programação em rede, Gestão de Risco, Gestão da Qualidade e Controlo e monitorização estão principalmente relacionados com o OA3. Para além dos conceitos teóricos, a aplicação dos conceitos é conseguida com ferramentas computacionais e software.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The topics Project Management Growth: Concepts and Definitions; Organizational Structures and Management Functions are mainly related to LO1. The topics Planning; Network Scheduling Techniques; Risk Management, Quality Management and Pricing and Estimating are mainly related to LO2. The topics Network Scheduling Techniques; Risk Management; Quality Management and Cost Control are mainly related to LO3. Besides the theoretical concepts, the application of the concepts is achieved with software and computational tools.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (T): Apresentação do material. Apresentação de exemplos. Discussão de casos (texto do caso indicado no calendário deve ser lido antes da aula). Discussão de trabalhos e projectos. Aulas de laboratório (TF): Uso do software. Solução dos exercícios propostos. Apoio / orientação de trabalhos individuais / grupos. Seminários: Dois seminários por pessoas envolvidas em gestão de projectos em empresas portuguesas. Avaliação: -um trabalho individual: análise de um caso, com relatório escrito. Um trabalho de grupo (4 a 5 alunos): modelos de lp solve para planeamento de projectos, com relatório escrito. Um trabalho de grupo (4 a 5 alunos): desenvolvimento de um plano de projecto (a ser definido pelos alunos) com o Microsoft Project, com o relatório escrito, apresentação e discussão. Prova escrita. Classificação: Trabalhos de grupo 40% (Lp solve (10%) e projecto (30%)). Trabalho individual 20%. Exame escrito 40%.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (T) classes: Presentation of material. Presentation of examples. Discussion of cases (text of case indicated in the calendar should be read before class). Discussion of assignments. Lab (TF) classes: Use of software. Solution of proposed exercises. Support / guidance of individual / group assignments. Seminars: Two seminars offered by project managers in portuguese companies. Assessment: one individual assignment: analysis of a case, with written report. One group (4 to 5 students) assignment: lp solve models for project planning, with written report. One group (4 to 5 students) assignment: development of a project plan (to be defined by the students) using Microsoft Project, with written report, presentation and discussion. Written Exam. Grading: Group assignments 40% (Lp solve (10%) and Project (30%)). Individual assignment 20%. Written exam 40%.

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

*1 - Análise do caso: Carregue no moodle um relatório escrito, com um resumo do caso (meia página A4) e as respostas às perguntas colocadas no final do texto do caso. Não há apresentação oral, nem a discussão do relatório. O Moodle aceita o envio de um ficheiro com um tamanho máximo de 16 Mb.
2 – Trabalho de Grupo: modelos lp. Âmbito do projecto: Desenvolva um modelo para a análise de um projecto (Duração de um projecto, Compressão de prazos, Planeamento com restrições de recursos, Outsourcing de Actividades). Use o software de programação matemático (lp solve). Lp solve é freeware.
3 – Trabalho de Grupo: projecto: Requisitos gerais: Cada grupo deve pôr em prática os conceitos de gestão de*

projeto no planeamento de um projeto, escolhido e definido pelos alunos. Cada aluno deve desempenhar um papel diferente (bem identificad) na definição do projeto. Use o Microsoft Project. Apenas a parte de planeamento deve ser considerada e não a execução do projeto. Requisitos base para o relatório escrito: Âmbito do projeto. Planeamento projeto (Memória descritiva, Especificações de projeto, Lista de metas, Estrutura de divisão de trabalho (WBS)). Planos de gestão. Gestão de informação. Projeto de gestão da qualidade (identifique requisitos de qualidade do projeto e use pelo menos uma ferramenta de qualidade). Gestão de risco de projetos (realize a identificação de riscos e a análise de risco do projeto).

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

1 - Analysis of case: You should upload in Moodle a written report, with a synopsis of the case (with half to one page A4) and the answers to the questions posed at the end of the text of the case. There is no oral presentation, nor discussion of the report. Moodle will accept a submission of ONE file with a maximum size of 16 Mb.

2 - Group assignment: lp models. Scope of project: Develop a model for the analysis of a project (Duration of a project, Crashing times, Planning under resource constraints, Outsourcing activities). Use mathematical programming software (Lpsolve). Lpsolve is freeware.

3 - Group assignment: project. General requirements: Each group must put in practice project management concepts in the planning of a project, chosen and defined by students. Each student should play a different (well identified) role in the project definition. Use Microsoft Project. Only planning part should be considered, and not the execution of the project. Basic requirements for written report: Scope of project. Project planning (Statement of work, Project specifications, Milestone schedule, Work Breakdown Structure (WBS)). Management plans, Reporting requirements, Project quality management (identify project quality requirements and use at least one quality tool). Project risk management (project risk identification and risk analysis must be performed).

3.3.9. Bibliografia principal:

Harold Kerzner, Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 9th Edition, 2006, ISBN: 978-0-471-74187-9.

- PMBOK (Project Management Body of Knowledge), Third Edition, 2004

- Material (slides, texto de exercicios propostos, etc) at the e-learning site

Outros recursos: - Software Microsoft Project 2007 (download from the MSDNAA site). Software Lpsolve (reference guide available at: <http://lpsolve.sourceforge.net/5.1/>)

(Download from: http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=145213&package_id=159735 and setup in your computer).

Mapa IV - Teoria dos Jogos / Game Theory

3.3.1. Unidade curricular:

Teoria dos Jogos / Game Theory

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

João Miguel Paixão Telhada

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

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. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

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 de aprendizagem 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 intended learning outcomes:

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

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 de aprendizagem da unidade curricular:

O tipo de conteúdo programático proposto para a unidade curricular necessita de uma exposição de parte

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 intended learning outcomes:

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*
*Holbauer, 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*

Mapa IV - Preparação do Plano de Tese I / Preparation of Thesis Plan I

3.3.1. Unidade curricular:

Preparação do Plano de Tese I / Preparation of Thesis Plan I

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

tutor do aluno

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

As unidades curriculares de Preparação do Plano de Tese I e II foram concebidas para os alunos desenvolverem com os seus tutores/orientadores o plano detalhado de trabalho a realizar durante a preparação da tese de doutoramento, que decorre no segundo e no terceiro ano do ciclo de estudos.

A unidade curricular Preparação do Plano de Tese I deverá tipicamente cobrir as fases da delinição do projecto de investigação conducente ao doutoramento indicadas nos Conteúdos Programáticos a seguir descritos.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The courses Preparation of Thesis Plan I and II are designed for the students to develop with their tutors / mentors the detailed plan of work to be done during the preparation of the doctoral thesis, which runs in the second and third year of the cycle studies.

The course Preparation of Thesis Plan I should typically cover the stages of the project definition of the research to be done for the preparation of the PhD thesis indicated in the following description.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A unidade curricular deverá cobrir as seguintes fases da definição do projecto de investigação conducente ao grau:

Fase de Concepção

A fase de concepção é uma fase de reflexão (brainstorming) em que se formula uma ou várias questões de investigação. Esta fase envolve dois aspectos cruciais:

- (1) Identificação e definição do problema*
- (2) Identificação e definição de potenciais soluções*

Fase de Análise de Viabilidade e de Planeamento Preliminar

Esta é a fase em que se consideram as soluções alternativas idealizadas na Fase de Concepção e se analisam e ponderam aspectos técnicos e requisitos, o que tipicamente envolve:

- (1) Revisão preliminar da literatura e análise do estado da arte*
- (2) Identificação de potenciais metodologias*
- (3) Pequenos testes preliminares de alternativas*
- (4) Análise de compromisso de tempo, custo e qualidade*
- (5) Estimativa das necessidades prováveis de tempo, de pessoal e de equipamento*
- (6) Planeamento preliminar do desenvolvimento do projecto*

3.3.5. Syllabus:

The unit Preparation of Thesis Plan I will typically cover the following phases of the project definition of research leading to the PhD thesis:

Design Phase

The design phase is a phase of brainstorming, in which one or more research questions are formulated. This phase involves two crucial aspects:

- 1- Identifying and definition of the problem*
- 2- Identification and definition of potential solutions*

Phase Feasibility Analysis and Preliminary Planning

This is the stage when alternative solutions devised in the Phase Design are considered and analyzed, as well as the technical aspects and requirements, which typically involve:

- (1) preliminary review of the literature and analysis of the state of the art*
- (2) Identification of potential methodologies*
- (3) Small preliminary tests of alternatives*
- (4) Analysis of the commitment of time, cost and quality*
- (5) Estimation of probable needs of time, personnel and equipment*
- (6) Preliminary Planning of project development*

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

nada a acrescentar

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

nothing added

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da unidade curricular Preparação do Plano de Tese I é feita pelo tutor/orientador do aluno.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The assessment of the Course Preparation of Thesis Plan I is made by the tutor / mentor of the student.

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

nada a acrescentar

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

nothing to add

3.3.9. Bibliografia principal:

a ser delinida pelo tutor / mentor

Mapa IV - Preparação de Plano de Tese II / Preparation of Thesis Plan II

3.3.1. Unidade curricular:

Preparação de Plano de Tese II / Preparation of Thesis Plan II

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

tutor do aluno

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

As unidades curriculares de Preparação do Plano de Tese I e II foram concebidas para os alunos desenvolverem com os seus tutores/orientadores o plano detalhado de trabalho a realizar durante a preparação da tese de doutoramento, que decorre no segundo e no terceiro ano do ciclo de estudos.

A unidade curricular Preparação do Plano de Tese II deverá tipicamente cobrir as fases da definição do projecto de investigação conducente ao doutoramento indicadas nos Conteúdos Programáticos a seguir descritos.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The courses Preparation of Thesis Plan I and II are designed for the students to develop with their tutors / mentors the detailed plan of work to be done during the preparation of the doctoral thesis, which runs in the second and third year of the cycle studies.

The course Preparation of Thesis Plan II should typically cover the stages of the project definition of the research to be done for the preparation of the PhD thesis indicated in the following description.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Na elaboração do Plano de Tese, o tutor/orientador e o aluno deverão escolher o grau de detalhe para a descrição das tarefas que seja adequado à natureza do projecto de doutoramento. Como regra geral, para a descrição de cada tarefa, e de cada sub-tarefa, deverão ser tidos em consideração os seguintes elementos: quem, o quê, onde, quando, porquê, como (who, what, where, when, why, how).

3.3.5. Syllabus:

In developing the Plan Thesis, the tutor / mentor and the student must choose the level of detail to the description of the tasks that is appropriate to the nature of the PhD project. As a general rule, for a description of each task, and each sub-task, must be taken into consideration the following elements: who, what, where, when, why, how.

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

Um maior detalhe geralmente evidencia uma maior clareza na definição dos objectivos e um melhor conhecimento da metodologia a usar no projecto. Também, uma decomposição das tarefas em sub-tarefas permite avaliar melhor a duração necessária à sua realização, analisar o modo como as diferentes tarefas e sub-tarefas se articulam entre si e reduzir o risco do projecto se estender por uma duração superior à planeada.

Há elementos que assumem particular relevância num plano: o cronograma de execução, a lista de metas ou marcos (milestone schedule) e a lista de entregáveis (deliverables).

O cronograma de execução indica graficamente a data de início e de fim de cada tarefa e sub-tarefa.

Há normalmente tarefas e sub-tarefas ou acções que devem ser salientadas, porque delas resultam elementos importantes para o projecto. Para cada uma dessas tarefas, sub-tarefas ou acções, o Plano de Tese deve incluir uma indicação dos resultados esperados da sua execução, associando uma meta ao instante previsto da sua conclusão. Dai resulta uma lista de metas. São exemplos de metas as datas em que se completam relatórios técnicos ou artigos científicos, se concluem testes (computacionais) ou inquéritos ou se submete a própria tese, bem como as datas de conferências em que se apresentam artigos.

Por vezes, em projectos, e em particular em projectos de investigação, não é possível antecipar os resultados da execução de uma tarefa, e o trabalho a executar subsequentemente pode depender desses resultados. Adicionalmente, a lista de metas poderá também incluir marcos correspondentes a pontos de controlo em que se decida qual o caminho a seguir após uma análise dos resultados de uma tarefa acabada de executar e quais as tarefas a executar em função de cada um dos resultados possíveis.

Associada à lista de metas, a lista de entregáveis indica os elementos relevantes resultantes do projecto de doutoramento, como, por exemplo, a própria tese, relatórios, artigos, comunicações apresentadas em conferências, missões, etc.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

A greater detail generally shows greater clarity in setting goals and a better understanding of the methodology to be used in the project. Also, a decomposition of tasks into sub-tasks allows to better assess the duration required to achieve them, examine how different tasks and sub-tasks are linked to each other and to reduce the risk of the project taking longer than planned.

There are elements that are of particular relevance in a plan: the implementation schedule, the list of targets or milestones (milestone schedule) and the list of deliverables (deliverables).

The execution schedule graphically indicates the start date and end of each task and sub-task. There are usually tasks and sub-tasks or actions that should be emphasized, because these results are important for the project. For each of these tasks, sub-tasks or actions, the Thesis Plan should include an indication of the expected results of their execution, by associating a goal to the moment of its intended conclusion. Therefore there should be a list of milestones. Examples of milestones are the target dates of completing technical reports or scientific articles, concluding tests (computational) or surveys or even the submission date of the PhD, as well as the dates of conferences for presenting papers.

Sometimes, in projects, and particularly in research projects, it is not possible to anticipate the results of the execution of a task, and the work to be performed subsequently may depend on these results. Additionally, the list of targets may also include milestones corresponding to control points in which decisions about which path to follow after analyzing the results of a task already finished and what tasks to perform depending on the possible outcomes.

Linked to the list of targets, the list of deliverables indicates the relevant elements resulting from PhD project, for example, the very thesis, reports, articles, papers presented at conferences, missions, etc..

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da unidade curricular Preparação do Plano de Tese II é feita num exame, cujo júri poderá incluir professores de outras universidades ou especialistas, em moldes a delinir pela Comissão Directiva.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The assessment of the Course Preparation of Thesis Plan II is made in an exam, with a board that may include professors from other universities or experts, in a way to be defined by the Directive Committee.

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

nada a acrescentar

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

nothing to add

3.3.9. Bibliografia principal:

a ser delinida pelo tutor / mentor.

Mapa IV - Otimização sem derivadas / Derivative-free optimization

3.3.1. Unidade curricular:

Otimização sem derivadas / Derivative-free optimization

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

Antonio Ismael de Freitas Vaz

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Os objetivos da unidade curricular, expressos em resultados de aprendizagem, são:

- 1-Identificar problemas de otimização em que não é apropriado/possível o uso derivadas.*
- 2-Formular modelos quadráticos ou lineares da função objetivo sem o uso de derivadas.*
- 3-Descrever os diferentes métodos para otimização sem derivadas.*
- 4-Analisar as condições de convergência dos métodos de otimização sem derivadas.*
- 5-Escolher os métodos de otimização sem derivadas mais apropriados aos problemas em causa.*
- 6-Usar os diferentes pacotes de software publicamente disponíveis para otimização sem derivadas.*

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objectives of the course, expressed as learning outcomes are:

- 1-Identify optimization problems where it is not appropriate / possible to use derivatives.*
- 2-Formulate derivative-free objective function linear or quadratic models.*
- 3-Describe the different methods for derivative-free optimization.*
- 4-Analyze the convergence conditions of derivative-free methods.*
- 5-Select appropriate derivative-free methods to apply to problems under analysis.*
- 6-Use the different software packages publicly available for derivative-free optimization.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1-Cor juntos geradores positivos e bases positivas.*
- 2-Métodos de procura direta direcional (procura coordenada). Software.*
- 3-Modelos de interpolação linear e de regressão. Gradientes simpléticos.*
- 4-Métodos de procura direta simplética (Nelder-Mead). Software.*
- 5-Métodos de procura unidimensional com derivadas simpléticas (filtro implícito). Software.*
- 6-Modelos de interpolação, de regressão e sub-determinados não lineares.*
- 7-Métodos de regiões de confiança baseados em modelos de interpolação. Software.*

3.3.5. Syllabus:

- 1-Positive spanning sets and positive basis.*
- 2-Directional direct search methods (coordinate search). Software.*
- 3-Interpolation and regression linear models. Simplex gradients.*
- 4-Simplicial direct search methods (Nelder-Mead). Software.*
- 5-Line search methods with simplex derivatives (implicit filtering). Software.*
- 6-Interpolation, regression and under-determined nonlinear models.*
- 7-Trust region methods with interpolation models. Software.*

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

A área de otimização sem derivadas (OSD) tem recebido, nas últimas décadas, uma crescente atenção por parte da comunidade científica internacional. Este aumento de atenção é devido, em parte, ao aumento da capacidade computacional e ao desenvolvimento de algoritmos e software, permitindo que problemas de otimização mais complexos sejam abordados e resolvidos. A indisponibilidade das derivadas pode ter diversas

causas, em particular quando o valor da função objetivo é obtido: por simulação, afetado de erro ou ruído; através de um código binário; recorrendo a códigos legados; através de uma expressão matemática extensa e onde é inconveniente ou demorado obter derivadas. A UC de otimização sem derivadas tem como objetivo fornecer aos alunos um conjunto de técnicas de otimização não linear que permita abordar problemas complexos para os quais as derivadas da função objetivo não possam ser estimadas/usadas.

Os conteúdos programáticos procuram introduzir o aluno à problemática da otimização sem derivadas, i.e., à resolução de problemas de otimização não linear sem recurso às derivadas das funções envolvidas na definição do problema. São introduzidas as quatro principais classes de algoritmos para a otimização sem derivadas, precedidas dos respetivos conceitos teóricos que as suportam. Para cada classe de algoritmos, pretende-se introduzir o aluno a um conjunto de ferramentas informáticas (software).

Os métodos de procura direta baseiam as decisões a tomar em cada iteração apenas num conjunto finito de valores da função objetivo. De facto, a decisão sobre a ação a tomar é exclusivamente suportada pelos valores da função objetivo, não usando, implicita ou explicitamente, derivadas ou suas aproximações, ou a construção de modelos.

A procura direta direcional é guiada por um conjunto de direções de procura que obedecem a um conjunto de propriedades, em particular de geração positiva.

A procura direta simplética é conduzida por conjuntos simplexos e as suas diversas operações, tais como reflexão, expansão ou contração. O exemplo mais conhecido é o método de Nelder-Mead.

Os métodos de procura unidimensional baseados em derivadas simpléticas usam uma estratégia de procura unidimensional, em que a direção de procura é obtida através do cálculo de gradientes simpléticos. O método apresentado será o método de filtro implícito.

Os métodos de regiões de confiança são utilizados muito frequentemente em otimização não linear. Dada a simplicidade destes métodos e as suas fortes propriedades de convergência, é natural a sua aplicação em OSD. Estes métodos constroem modelos, quadráticos ou lineares, de interpolação ou regressão da função objetivo, usando a técnica de região de confiança como estratégia de globalização.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Derivative-free optimization (DFO) has received, during the last decades, an increasing attention from the international scientific community. This increased attention is due in part to the increase in computing power and development of algorithms and software, allowing more complex optimization problems to be addressed and solved. Objective function derivatives unavailability is due to several reasons, especially when the value of the objective function is obtained: by simulation, affected by errors or noise; through a binary code; by using legacy codes; through a complex mathematical expression where it is inconvenient to take derivatives or time consuming. The DFO course aims to provide students with a set of optimization techniques that enables nonlinear complex DFO problems (where derivatives cannot be estimated/used) to be addressed.

The syllabus seek to introduce the student to the DFO problematic, i.e., to solve nonlinear optimization problems without recourse to derivatives of the functions involved in the problem definition. It introduces the four main classes of algorithms for derivative-free optimization, preceded by the respective theoretical concepts that support them. For each class of algorithms, it is intended to introduce the student to a set of tools (software).

Direct search methods progress is based only on a finite set of objective function values. In fact, the decision on the action to be taken is exclusively supported by the values of the objective function, not using, implicitly or explicitly, their derivatives or approximations, or model building.

Directional direct search is guided by a set of search directions, for which some properties are to be imposed, in particular to be a set of positive generators.

Simplicial direct search uses a simplex set and its several operations, such as reflection, expansion or contraction. The best known example is the Nelder-Mead method.

Line search methods are based on simplex derivatives, where the search direction is obtained by calculating simplex gradients. The method presented is the Implicit Filter method.

Trust region methods are often used in nonlinear optimization. Given the simplicity of these methods and its strong convergence properties, it is natural its use in DFO. These methods build objective function linear/quadratic interpolation/regression models, using the trust region technique as globalization strategy.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão de exposição dos diversos conceitos e métodos para otimização sem derivadas. As aulas práticas são usadas para consolidar os conhecimentos adquiridos e utilização de software em casos de estudo.

O processo de avaliação consiste num exame escrito e em trabalhos de formulação/resolução de problemas tipo na área da otimização sem derivadas.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The lectures will present concepts and methods for derivative-free optimization. Practical classes are to be used in consolidating the acquired knowledge and to use software in case studies.

Grading consists in a written examination and in the formulation/solving of typical problems in the derivative-

free optimization.

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

Através da exposição das diferentes abordagens, pretende-se que o aluno tenha uma visão geral das diferentes características dos diversos métodos existentes para otimização sem derivadas. Esta visão geral permitirá optar pela melhor estratégia de resolução de um determinado problema prático. O uso de software (de domínio público ou comercial) dotará o aluno de um conjunto de competências práticas que permitirá uma futura capacidade de abordar problemas.

Os casos de estudo e os trabalhos estimulam e consolidam a aprendizagem dos conceitos fundamentais.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Through the presentation of different approaches, it is intended that the student has an overview of the different characteristics of the several available methods for derivative-free optimization. This overview will enable student to choose the best strategy to solve a particular practical problem. The use of software (public domain or commercial) will provide to the student a set of practical skills that will allow a future capacity to tackle problems.

The case studies and independent work will stimulate and consolidate the learning of basic concepts.

3.3.9. Bibliografia principal:

A.R. Conn, K. Scheinberg e L.N. Vicente. Introduction to Derivative-Free Optimization. SIAM, Filadélfia, 2009.

A.L. Custódio e L.N. Vicente. Using sampling and simplex derivatives in pattern search methods. SIAM Journal on Optimization, 18:537-555, 2007.

S. Le Digabel. Algorithm 909: NOMAD: Nonlinear optimization with MADS algorithm. ACM Transactions on Mathematical Software, 37:44:1-44:15, 2011.

C.T. Kelley. Implicit Filtering. Software Environments and Tools. SIAM, Filadélfia, 2011.

G. Kolda, R. M. Lewis e V. Torczon. Optimization by direct search: New perspectives on some classical and modern methods. SIAM Review, 45:385-482, 2003.

M.J.D. Powell. The BOBYQA algorithm for bound constrained optimization without derivatives. Relatório Técnico DAMTP 2009/NA06, Universidade de Cambridge, Departamento de Matemática Aplicada e Física Teórica, 2009.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes _____

4.1.1. Fichas curriculares dos docentes

Mapa 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 Catedrático ou equivalente

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

100

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

Mapa V - José Manuel Pinto Paixão

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
José Manuel Pinto Paixão

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Catedrático ou equivalente

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

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

Mapa 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](#)

Mapa 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](#)

Mapa 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](#)

Mapa 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](#)

Mapa V - Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição

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

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa 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](#)

Mapa 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 (%):

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria da Conceição da Fonseca

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

Maria da Conceição da 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](#)

Mapa V - José Manuel Vasconcelos Valério de Carvalho

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

José Manuel Vasconcelos Valério de Carvalho

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Filipe Pereira Pinto de Cunha e Alvelos

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

Filipe Pereira Pinto de Cunha e Alvelos

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

<sem resposta>

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

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

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

Mapa V - Claudio Manuel Martins Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Claudio Manuel Martins Alves

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - António Ismael de Freitas Vaz

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
António Ismael de Freitas Vaz

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

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

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

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

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

Mapa V - Ana Maria Alves Coutinho Rocha

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*Ana Maria Alves Coutinho 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](#)**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
Luis Eduardo Neves Gouveia	Doutor	Estatística e Computação, especialidade Investigação Operacional	100	Ficha submetida
José Manuel Pinto Faixão	Doutor	Management Science	100	Ficha submetida
Maria Eugénia Vasconcelos Captivo	Doutor	Estatística e Computação - especialidade Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Miguel Fragoso Constantino	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Fernando João Ferreira de Bastos	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Maria Duarte Silva Alves Paias	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Francisco Alexandre Saldanha da Gama Nunes da Conceição	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
João Miguel Faixão Telhada	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Pedro Martins Pereira Serrão de Moura	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Maria da Conceição da Fonseca	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida
José Manuel Vasconcelos Valério de Carvalho	Doutor	Engenharia de Produção, especialidade de Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Filipe Pereira Pinto de Cunha e Alvelos	Doutor	Engenharia de Produção e Sistemas, área de conhecimento de Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Claudio Manuel Martins Alves	Doutor	Engenharia de Produção e Sistemas	100	Ficha submetida
António Ismael de Freitas Vaz	Doutor	Engenharia de Produção e de Sistemas	100	Ficha submetida
Ana Maria Alves Coutinho Rocha	Doutor	Engenharia de Sistemas e de Processos Industriais	100	Ficha submetida
			1500	

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos _____

4.2.1.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição:

15

4.2.1.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

100

4.2.2.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à Instituição por um período superior a três anos:

15

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

100

4.2.3.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor:

15

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

100

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<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:

Na Universidade do Minho, o desempenho do pessoal docente é acompanhado pelo Sistema interno de Garantia da Qualidade da Universidade do Minho (SIGAC-UM), estando neste sistema previstas as metas a alcançar e as medidas para a correção de eventuais desvios. Existe também um Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, que avalia os docentes nas vertentes investigação, ensino, extensão universitária e gestão universitária.

Na Universidade de Lisboa, o desempenho do pessoal docente é acompanhado pelo Sistema interno de Garantia da Qualidade da Universidade de Lisboa (SIGAC-UL), estando neste sistema previstas as metas a alcançar e as medidas para a correção de eventuais desvios. Existe também um Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que avalia os docentes nas vertentes investigação, ensino, extensão universitária e gestão universitária.

O envolvimento do corpo docente em atividades de investigação de mérito reconhecido obriga à sua constante

e continua atualização, sendo este facto comprovado pela produtividade científica exibida pelos centros de investigação que apoiam este projeto de ensino nas duas Universidades envolvidas.

4.3. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

At the University of Minho, the performance of the staff is accompanied by the System of Internal Quality Assurance at the University of Minho (SIGAC-A), this system being provided to achieve the goals and measures to correct any deviations. There is also a Regulation Performance Evaluation of Teachers College of Engineering, University of Minho, which evaluates teachers in the areas research, education, university extension and university management.

At the University of Lisbon, the performance of staff is accompanied by the System of Internal Quality Assurance at the University of Lisbon (SIGAC-UL) and is provided for this system to achieve the goals and measures to correct any deviations. There is also a Regulation Performance Evaluation of Teachers, Faculty of Science, University of Lisbon, which evaluates teachers in the areas research, education, university extension and university management.

The involvement of the faculty in research activities of recognized merit requires its constant and continuous updating, this fact being confirmed by scientific productivity exhibited by the research centers that support this teaching project in two universities involved.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afecto ao do ciclo de estudos:

O ciclo de estudos será utilizador de recursos humanos e materiais fornecidos pelas seguintes unidades:
- Escola de Engenharia da Universidade do Minho (Centro Algoritmi e Departamento de Produção e Sistemas)
- Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Centro de Investigação Operacional e Departamento de Estatística e Investigação Operacional)

O pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos é constituído pelo conjunto de técnicos já existente, que dão apoio aos laboratórios onde decorrerão tarefas relacionadas com a parte experimental da formação dos alunos. O apoio administrativo será assegurado pelas secretarias dos centros/departamentos envolvidos neste projeto de ensino. Em síntese, não haverá necessidade de recrutar pessoal não docente pela entrada em funcionamento do projeto de ensino aqui proposto.

5.1. Non academic staff allocated to the study cycle:

The cycle of studies will use human and material resources provided by the following units: - School of Engineering, University of Minho (Algoritmi Center and Department of Production and Systems) - Faculty of Lisbon University (Centre for Operational Research and Department of Statistics and Operations Research).

The non-teaching staff attached to the course is composed by all existing technicians, who support the laboratories related to the experimental part of the training of students. Administrative support will be provided by the secretariats of the centers / departments involved in this education project. In summary, there is no need to recruit non-teaching staff for the entry into operation of the education project proposed here.

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

Os alunos irão assistir a aulas através de video-conferência, pelo que haverá requisitos de espaços físicos que a proporcionem para os tempos letivos, sendo de utilização específica. A UMinho e a FCUL têm amplos espaços de biblioteca e proporcionam aos alunos o acesso via internet a muitas editoras de revistas científicas, que pode ser feita via wireless, significando que em qualquer ponto do espaço físico destas IES há acesso a informação bibliográfica. A utilização de laboratórios restringe-se à utilização de laboratórios de computadores com software, não sendo necessária a atribuição de espaços laboratoriais especificamente adstritos ao ciclo de estudos.

5.2. Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

The students will attend classes through video conferencing, and thus there will be requirements for physical spaces that provide for that. UMinho and the FCUL have a large library and also allow the students access via the internet to many publishers of scientific journals, which can be done via wireless, meaning that at any point

of these Faculties there exists access to bibliographic information. The use of laboratory is restricted to the use of computer labs with software, not requiring the allocation of laboratory space specifically assigned to the course.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

Não há necessidade de equipamentos e materiais especiais. Restringe-se à utilização de laboratórios de computadores com software, não sendo necessária a atribuição de espaços laboratoriais especificamente adstritos ao ciclo de estudos.

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):

There is no need for special equipment. The course is restricted to the use of computer labs with software, not requiring the a-priori allocation of laboratory space specifically assigned to the course.

6. Actividades de formação e investigação

6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study cycle, where the members of the academic staff develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Centro de Investigação Operacional	Excelente	FCUL	-
Centro Algoritmi	Muito Bom	Escola de Engenharia da UMinho	-

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Indicação do número de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos cinco anos:

120

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:

Exemplos da UMinho: Project PTDC / EIA-EIA / 100645 / 2008, SearchCol: Pesquisa meta-heurística por geração de colunas, funded by FCT (2010-2013). Fast lower bounding techniques for large-scale discrete optimization problems, funded by Programa de Cooperação Transnacional ao abrigo do Acordo entre a FCT e o Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de França (2010-2010). Participação no Programa MIT-Portugal, na área EDAM (Engineering Design and Advanced Manufacturing), com Massachusetts Institute of Technology (MIT), Instituto Superior Técnico (IST) and Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Exemplos da Universidade de Lisboa: Projecto "Network Design and Optimization", programa MIT Portugal, Outubro de 2009. Protocolo de investigação entre o CIRRELT e o Centro de Investigação Operacional, entre os dois centros (de 2011 a 2014).

6.3. Indication 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:

Examples of recent or running projects or protocols at UMinho:

- Project PTDC/EIA-EIA/100645/2008, SearchCol: search meta-heuristics for column generation, funded by FCT (2010-2013).

- Fast lower bounding techniques for large-scale discrete optimization problems, funded by the Transnational

cooperation programme under the agreement between FCT and the Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) of France (2010-2010).

- MIT-Portugal Program, EDAM (Engineering Design and Advanced Manufacturing), with Massachusetts Institute of Technology (MIT), Instituto Superior Técnico (IST) and Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Examples of recent or running projects or protocols at the University of Lisbon:

- Project "Network Design and Optimization", MIT Portugal program, October 2009.

- Research protocol between CIRRELT (Montreal, Canada) and Centro de Investigação Operacional (from 2011 to 2014).

7. Actividades 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:

As instituições envolvidas neste ciclo de estudos têm dado origem a diversos mestrandos e doutorandos na área científica onde se inclui este ciclo de estudos, estando alguns destes já integrados no mercado de trabalho. Os grupos envolvidos nesta proposta têm participado activamente em actividades de ligação a empresas industriais e de serviços, através de acções de prestação de serviços e de consultoria.

7.1. Describe these activities and if they correspond to market needs and to the mission and objectives of the Institution:

The institutions involved in this cycle of studies have given rise to several master's and doctoral students in areas including this cycle of studies, some of them already being integrated into the labour market. The groups involved in this proposal have been actively involved in liaison activities to industrial and service activities through the provision of services and consulting.

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do MEE:

Não se aplica

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on MEE data:

Not applied

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Não se aplica

8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES):

Not applied

8.3. Lista de parcerias com outras Instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares:

Não se aplica

8.3. List of partnerships with other Institutions in the region teaching similar study cycles:

Not applied

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 24 de Março:

De acordo com o previsto nos n.ºs 1 e 2, do artigo 31.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, este ciclo de estudos terá um número de 180 ECTS, a que corresponde uma duração de 6 semestres curriculares de trabalho dos alunos, compreendendo a realização de unidades curriculares e a investigação conducente à elaboração de uma tese original de doutoramento ou à compilação, devidamente enquadrada, de um conjunto coerente e relevante de trabalhos de investigação, prevista no Decreto-Lei n.º 230/2009, de 14 de Setembro.

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 Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

In accordance with the provisions of paragraphs. 1 and 2 of Article 31 of Decree-Law no. No. 74/2006, this course has a number of 180 ECTS, which corresponds to a duration of six semesters of student work, including the completion of courses and research leading to the development of an original thesis or doctoral compilation, appropriately framed in a coherent and relevant research of the Decree-Law no. 230/2009 of September 14.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

A metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS de cada Unidade Curricular (UC) teve por base a regulamentação específica de cada uma das instituições proponentes deste curso.

9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits:

The methodology used in the calculation of the ECTS credits for each course unit (CU) was based on the specific regulations of each institution proponents of this course.

9.3. Indicação da forma como os docentes foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito:

O método de cálculo das unidades de crédito resulta de regulamentação adoptada internamente, tendo esta regulamentação sido alvo de auscultação da comunidade académica antes da sua homologação pelo órgão competente.

9.3. Indication of the way the academic staff was consulted about the method for calculating the credit units:

The method of calculating units of credit results from the internal rules adopted, this regulation has been subject to consultation of the academic community before its approval by the competent body.

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:

Comex (combinatorial optimization: metaheuristics & exact methods) é um pólo de atracção inter-universitário recente, coordenado pela Université Libre de Bruxelles, envolvendo universidades da Bélgica, Holanda e Canadá, que tem como objectivos a formação de estudantes de doutoramento em técnicas algorítmicas para optimização combinatorial e o desenvolvimento de novas soluções de estado da arte numa variedade de domínios importantes, todos com um impacto económico e científico importante. Outros programmas realcionados com o OSiS, são por exemplo,

- Università di Bologna - Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica, PhD degree in Control System Engineering and Operational Research

<http://www.eng.deis.unibo.it/DEISEN/Research/PhD/PhDControlSystemEngineeringOperationalResearch.htm>

- Berlin University of Technology: Berlin Mathematical School - PhD Programme

<http://www.research-in-germany.de/info/phd-in-germany/51592/structured-doctoral-programmes.html>

10.1. Examples of study cycles offered in reference Institutions of the European Higher Education Area with similar duration and structure to the proposed study cycle:

Comex (combinatorial optimization: metaheuristics & exact methods) is a beacon for inter-university recently, coordinated by the Université Libre de Bruxelles, involving universities in Belgium, the Netherlands and Canada, which aims the training of doctoral students in algorithmic techniques for combinatorial optimization and development of new state of the art solutions in a variety of important areas, all with an important scientific and

*economic impact. Other programmas relacionados with OSIS are a code example,
- Università di Bologna - Dipartimento di Elettronica, Informatica and Sistemistica, PhD degree in Control System Engineering and Operational Research
<http://www.eng.deis.unibo.it/DEISEN/Research/PhD/PhDControlSystemEngineeringOperationalResearch.htm>
-University of Technology Berlin: Berlin Mathematical School - PhD Programme
<http://www.research-in-germany.de/info/phd-in-germany/51592/structured-doctoral-programmes.html>*

10.2. Comparação com objectivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em Instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Nos anos 2010-2012, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares: na UM, o número de artigos publicados é > 20 e na FCUL > 20.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study cycles offered in reference Institutions of the European Higher Education Area:

In the period of 2010-2012, the predominant area of the course in international journals with peer review: in A, the number of published papers is > 20 and FCUL > 20.

11. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Indicação dos locais de estágio _____

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VIII. Mapas de distribuição de estudantes

11.2. Mapa VIII. 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:

<sem resposta>

11.3. Indication of the Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes _____

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a Instituição de Ensino e as Instituições de formação em serviço.

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de

formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students activities (mandatory for teacher training study cycles)

Nome / 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:

- *Experiência e competência dos docentes, que desenvolvem actividade de investigação na área do ciclo de estudos reconhecida internacionalmente e actividade de consultoria em projectos de cooperação com empresas industriais e de serviços.*
- *Programa Doutoral em Associação que combina as competências existentes nas duas Universidades proponentes.*
- *Definição de um perfil de formando com uma empregabilidade esperada muito elevada em empresas industriais e de serviços.*
- *Relativa sobreposição com outros ciclos de estudo existentes nas duas Universidades, que permite racionalizar o ensino.*

12.1. Strengths:

- *Experience and competence of teachers, who develop research activity in the area of the course and internationally recognized consultancy activity in cooperation projects with industrial and service companies.*
- *Doctoral Program in association combining existing skills in both Universities.*
- *Definition of a profile form with a very high employability expected in industrial and service companies.*
- *Relative overlap with other existing courses of study in the two Universities, which allows rationalizing the teaching.*

12.2. Apresentação dos pontos fracos:

- *Funcionamento do ciclo de estudos em duas Universidades.*
- *Relativa sobreposição com outros ciclos de estudo existentes nas duas Universidades, que cria concorrência entre projectos de ensino.*

12.2. Weaknesses:

- *Operation cycle studies in two universities.*
- *Relative overlap with other existing courses of study in the two Universities, which creates competition between teaching projects.*

12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação:

- *Exploração de novas sinergias em termos de investigação, resultantes da cooperação das duas universidades.*
- *Potencial de estabelecimento de consórcios com empresas industriais e de serviços.*
- *Potencial de obtenção de apoio externo para o Programa Doutoral em Associação e para os formandos.*
- *Reconhecimento cada vez mais alargado de que novas competências mais sofisticadas são necessárias ao aumento da competitividade e da produtividade.*
- *Potencial de estabelecimento de acordos de cooperação com Programas Doutorais existentes noutras Universidades estrangeiras.*
- *Potencial de receção de estudantes de doutoramento de outros Programas Doutorais internacionais que poderão realizar no POSIS unidades curriculares creditáveis na sua formação.*
- *Potencial de enquadramento da visita de investigadores visitantes estrangeiros, através do seu envolvimento*

direto no ensino e/ou em seminários.

12.3. Opportunities:

Exploring new synergies in terms of research, resulting from the cooperation of the two universities.

- *Potential for establishment of joint ventures with industrial and service companies.*
- *Potential to obtain external support for the Doctoral Program in Association and trainees.*
- *Recognition increasingly extended to more sophisticated new skills are necessary to increase competitiveness and productivity.*
- *Potential for establishment of cooperation agreements with existing PhD Programmes in other foreign universities.*
- *Potential for receipt of doctoral students from other international PhD Programmes that can perform in Posis creditable courses in their training.*
- *Potential framework of the visit of researchers overseas visitors, through their direct involvement in teaching and / or seminars.*

12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação:

Possível heterogeneidade dos estudantes.

- *Banda estreita de formação do ciclo de estudos pode tornar a programa menos atractivo e captar menos estudantes.*

12.4. Threats:

Possible heterogeneity of students.

- *Narrowband training cycle studies can make the program less attractive and attracting fewer students.*

12.5. CONCLUSÕES:

Da análise SWOT da implementação deste novo ciclo de estudos, constata-se que as vantagens são numerosas, sendo de realçar a capacidade de facultar formação de alunos na área científica da Investigação Operacional, com especial incidência em programação matemática, nas áreas de otimização inteira, combinatória linear e não-linear, e de aliar essa formação teórica com a capacidade de abordar e de dar resposta a problemas do mundo real, de empresas industriais e de serviços. Este perfil de formação requer uma aprendizagem avançada e aprofundada, que irá ser oferecida em complemento da oferta educativa de diversos cursos de primeiro ciclo e de segundo ciclo existentes nas duas Universidades.

Este curso irá reforçar a ligação, quer da Universidade de Lisboa e da Universidade do Minho, quer dos respetivos alunos, a diversas empresas industriais e de serviços, e a outras instituições, com as quais, no passado, foram estabelecidos protocolos de cooperação, que se traduziram em projetos de investigação e desenvolvimento e/ou de prestação de serviços.

Por último, este curso reúne docentes ligados a grupos de investigação das duas Universidades, o que irá certamente potenciar novas sinergias em termos de investigação, aumentando ainda mais a visibilidade e o reconhecimento internacionais destes grupos.

12.5. CONCLUSIONS:

SWOT analysis of the implementation of this new course of study, it appears that the advantages are numerous, and to highlight the ability to provide training for students in the scientific area of Operational Research, focusing on mathematical programming in the areas of optimization entire combining linear and nonlinear, and combine this with the theoretical capacity to address and respond to real-world problems, the industrial and service companies. This profile training requires further learning and depth, which will be offered in addition to the educational offer various courses in the first cycle and second cycle existing in the two Universities.

This course will strengthen the link or the University of Lisbon and the University of Minho, whether of their respective students to various industrial and service companies, and other institutions, with which, in the past, cooperation protocols were established, which translated into research and development projects and / or services.

Finally, this course combines faculty research groups linked to the two Universities, which will certainly enhance new synergies in terms of research, further increasing the visibility and recognition of international groups.