

FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

1. Unidade curricular (nome oficial da unidade curricular em português)
Sistemas de Engenharia
Course unit title (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Engineering Systems
#1 Unidade curricular já existente? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
#2 Em caso de resposta afirmativa: Código da Unidade Curricular em Nónio:
2. Sigla da área científica em que se insere (sigla da área científica que consta no plano de estudos)
EC
3. Duração (Indicação da duração que consta do plano de estudos - semestral, anual...)
Semestral
4. Horas de trabalho (n.º de horas totais de trabalho que consta do plano de estudos)
81 h
5. Horas de contacto (n.º de horas de contacto que consta do plano de estudos: T- Ensino Teórico; TP- Ensino Teórico Prático; PL - Ensino Prático e Laboratorial; TC- Trabalho de Campo; S- Seminário; E- Estágio; OT- Orientação tutorial; O - Outra) Devem ser consideradas, preferencialmente, 14 semanas de contacto coletivo por semestre.
TP: 35 h
6. ECTS (n.º de ECTS que a unidade tem, de acordo com o definido no plano de estudos)
3
7. Observações
Observations
8. Curso(s) Ciclo(s) de estudos a que está associada
Licenciatura em Engenharia Civil / Licenciatura em Engenharia do Ambiente
9. Ano curricular Curricular unit *
2º
10. Tipo de unidade curricular Course unit type
Normal
11. Semestre Semester (Deve ser indicado o semestre (1º ou 2º) a que a unidade curricular deve ser associada, de acordo com o definido no plano de estudos)
1º
12. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular Responsible academic staff member (Para além do nome do docente responsável, deve ser também indicado o número de horas que assume na disciplina)
João Manuel Coutinho Rodrigues (TP: 17,5 * 5 Turmas = 87,5 h)
13. E-mail institucional do Docente responsável
coutinho@dec.uc.pt
14. Nível Level
1º ciclo de estudos / 1st cycle studies
15. Modo de ensino Mode of delivery
Presencial / face-to-face
16. Conhecimentos de base recomendados (indicar as unidades curriculares, conhecimentos, competências técnicas ou competências linguísticas que o estudante deve ter à partida para atingir com sucesso os objetivos definidos na unidade curricular)
Álgebra Linear e Geometria Analítica
Recommended prerequisites (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Linear Algebra and Analytic Geometry
17. Língua(s) de ensino (indicar a(s) língua(s) em que as aulas são lecionadas)
Português
Language(s) of instruction ⁽⁵⁾ (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Portuguese
18. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular Other academic staff members involved in the curricular unit (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
Arminda Maria Marques Almeida (TP: 17,5 * 5 Turmas = 87,5 h)
19. Objetivos da unidade curricular e competências a desenvolver (Descrever, de forma sucinta e clara, o que o estudante deve conhecer, compreender e ser capaz de demonstrar após completar a unidade curricular. 1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
Objetivo: motivar o desenvolvimento de perspetivas sistémicas para planeamento/gestão inteligente de sistemas de engenharia civil e ambiente de larga escala; fornecer um conjunto de metodologias científicas e métodos quantitativos muito úteis em problemas de decisão e uso racional de recursos em engenharia civil e ambiente. Competências a desenvolver: • adquirir sensibilidade para a procura da racionalidade no uso de recursos;

- saber utilizar métodos científicos e sistémicos no apoio às decisões;
- saber construir alguns modelos formais (modelos matemáticos, redes, etc.) e aplicar algoritmos em problemas de otimização nos domínios do planeamento, conceção, projeto, construção e manutenção de sistemas de engenharia;
- aplicar raciocínio crítico na representação da realidade através de modelos formais;
- saber efectuar algumas análises de sensibilidade;
- dar conta dos conflitos geralmente existentes entre múltiplos critérios e a necessidade de procura de soluções de compromisso.

Learning outcomes (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

Objectives: to encourage the development of systemic perspective for intelligent planning and management of large-scale civil and environmental engineering systems; to provide students with scientific methodologies and quantitative tools of great value for decision-making and rational resource use in civil and environmental engineering.

Competencies:

- to acquire sensitivity for the need of rationality in resource use;
- to know how to use scientific methods for decision aiding;
- to know how to formulate some formal models (mathematic models, network based, etc.) and apply algorithms for obtaining solutions in optimization problems in several fields (planning, design, construction, maintenance of engineering systems);
- to apply critical reasoning in the interpretation of reality through formal models;
- to know how to develop some sensitivity analysis;
- to understand the conflicts that usually exist among multiple criteria and the need for searching compromise solutions.

20. Conteúdos programáticos (*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

1. Introdução
 - Metodologias científicas de apoio à decisão; otimização do uso de recursos em engenharia civil e ambiente.
 - Investigação Operacional: história, metodologia e aplicações.
2. Programação Linear
 - Modelo matemático: formulação; resolução gráfica e algébrica (Simplex).
 - O problema de transporte, formulação e algoritmos dedicados.
 - Programação inteira e mista - complexidade computacional; Branch & Bound.
3. Redes e alguns algoritmos dedicados conducentes ao ótimo: caminho ótimo, árvore geradora de custo mínimo, fluxo máximo.
4. Decisão com múltiplos critérios; abordagens básicas.
5. Aplicações a problemas de engenharia civil e do ambiente dos vários tópicos da matéria.

Syllabus (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

1. Introduction
 - Decision support methodological approaches; resource optimization in civil and environmental engineering.
 - Operations Research: history, methodology and applications.
2. Linear Programming
 - Mathematical modelling: formulation; graphical and algebraic resolution (Simplex).
 - Transportation problems; model formulation and dedicated algorithms.
 - Integer and mixed programming – computational complexity; the Branch-and-Bound method.
3. Networks and some dedicated algorithms: shortest path, minimal spanning tree, maximum flow.
4. Multiple criteria decision aid; basic approaches.
5. Applications in civil and environmental engineering for the different topics covered.

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

(*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

O potencial científico, pedagógico e técnico-profissional existente, a elevada exposição e reconhecimento nacional/internacional neste domínio científico, garantem a adequação e coerência das metodologias de ensino adotadas. Estas propõem uma conciliação entre modelos pedagógicos tradicionais, centrados no docente e ensino magistral, e modelos de pedagogia ativa, centrados no aluno e resolução de exercícios práticos, tendo em consideração os objetivos da unidade curricular e do ciclo de estudos em que insere. Exercícios práticos ligados à matéria teórica asseguram a aquisição de competências na resolução de problemas concretos, com base em metodologias cientificamente validadas e algoritmos adequados. A componente aplicada e ligação à realidade da engenharia é assegurada através de exemplos práticos endereçando assuntos variados (ex: otimização do uso de recursos em tarefas ou projetos de engenharia, transportes e logística, gestão regional e urbana, localização de equipamentos, etc).

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

The existing scientific, educational, technical and professional potential, with high national and international exposure and recognition in the scientific domain, ensures the adequate coherence of the adopted teaching methodologies. The teaching methods adopted propose to balance the lecturer-centered traditional pedagogical models and expressed through class lecturing, and models of active student-centered teaching (focusing on discussions, tutorials, and the solution of practical problems) taking into account the objectives of the course (systems analysis applied to civil engineering). Solving practical examples related with the

theoretical matter ensures the acquisition of competences required to solve real problems with well-established scientific methodologies and adequate algorithms. The applied component related to the civil engineering reality is ensured with practical examples addressing several fields such as: the optimization of resource requirements to accomplish tasks

22. Métodos de ensino (600 carateres disponíveis incluindo espaços)

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada (recorrendo a meios audiovisuais) dos conceitos, teorias e ferramentas fundamentais, seguida da resolução de exercícios práticos que preencham todas as necessidades de enquadramento dos alunos com a matéria.

Para avaliação o aluno pode optar por:

- Avaliação contínua com Frequência (70%) e três trabalhos individuais nas aulas com resolução numérica de problemas ao longo do semestre (30%);
- Exame final escrito (100%).

Teaching methods (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)

Theoretical-practical lectures, with the help of audiovisual media, where concepts, principles and theories are presented in detail. Practical exercises that meet all the needs of students are solved, with guidelines provided.

For evaluation the student can choose:

- Continuous evaluation with midterm exam (70%) and three individual practical assignments solved in class during the term (30%);
- Final exam (100%).

23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)

As metodologias de ensino adotadas visam envolver os alunos no processo de aprendizagem de modo a que entendam a importância da otimização de recursos, do pensamento crítico e da necessidade de soluções eficientes, assim como a relevância do uso de metodologias científicas na resolução de problemas reais de tomada de decisão em engenharia. Para tal, após a exposição teórica das matérias, são discutidos e resolvidos exercícios práticos conjuntamente com os alunos.

Os trabalhos individuais a resolver nas aulas ao longo do semestre são destinados a promover a aprendizagem autónoma, ao mesmo tempo que facilitam a apreensão dos conhecimentos ao longo do semestre.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)

The teaching methodologies aim to involve the students in the learning process, allowing students to understand the importance of resource use optimization, critical thinking and the need for designing efficient solutions, as well as the importance of well-established scientific methodologies to support decision-making in real civil and environmental engineering problems. In order to achieve it, practical exercises are discussed and solved together with students after the theoretical expositions.

The individual practical assignments solved in class during the term aim to foster the autonomous learning, whilst facilitating a step by step knowledge acquisition during the term.

24. Métodos de avaliação | Assessment method (assinalar, em percentagem, os métodos de avaliação utilizados, devendo a respetiva soma dar 100%; 400 carateres disponíveis incluindo espaços)

Exame | Exam:

Frequência | Midterm exam: 70%

Mini Testes | Test:

Projeto | Project:

Relatório de seminário ou visita de estudo | Seminar or study visit report:

Resolução de problemas | Problem resolving report: 30%

Trabalho de Investigação | Research work:

Trabalho de síntese | Synthesis work:

Trabalho laboratorial ou de campo | Fieldwork or laboratory work:

Outra | Other: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências | Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

25. Bibliografia de consulta/existência obrigatória | Bibliography *(1000 caracteres disponíveis incluindo espaços)*

- [1] Coutinho-Rodrigues, J. - Aplicações da Teoria de Sistemas - 7ª edição, Ediliber, Coimbra, 2018.
- [2] Carter M.; Price C.; Rabadi G. - Operations Research: A Practical Introduction, 2nd Ed., CRC Press, 2018.
- [2] Guerreiro, J.; Magalhães, A.; Ramalhe, M. - Programação Linear, vol 1 e 2, McGraw-Hill, 1995.
- [3] Hillier, F.; Lieberman, G. - Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, 2015.
- [4] Labi, S. - Introduction To Civil Engineering Systems, Wiley, 2012.
- [5] Ossenbruggen, P. - Systems Analysis for Civil Engineers: Technological and Economic Factors in Design, Wiley, 1984.
- [6] Revelle, C.; Whitlatch, E.; Wright, J. - Civil and Environmental Systems Engineering, 2nd ed., Prentice Hall, 2004.
- [7] Revelle, C.; McGarity, A. - Design and Operation of Civil and Environmental Engineering Systems, Wiley, 1997.
- [8] Tavares, L.; Oliveira, R.; Themido, I.; Correia, F. - Investigação Operacional, Ed. McGraw-Hill Portugal Lda, 1996.
- [9] Templeman, A. - Civil Engineering Systems, Macmillan, 1982.