

FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

1. Unidade curricular (nome oficial da unidade curricular em português)
Análise Avançada de Estruturas
Course unit title (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Advanced Structural Analysis
#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: 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)
162
5. Horas de contacto (n.º de horas de contacto que consta do plano de estudos. Devem ser consideradas, preferencialmente, 14 semanas de contacto coletivo por semestre.)
TP - 63,0 h
6. ECTS (n.º de ECTS que a unidade tem, de acordo com o definido no plano de estudos)
6
7. Observações
Observations
8. Curso(s) Ciclo(s) de estudos a que está associada
Mestrado em Engenharia Civil
9. Ano curricular Curricular unit*
1º
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)
2º
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)
Luis Miguel da Cruz Simões (TP 63,0 h x 1 turmas = 63 h)
13. E-mail institucional do Docente responsável
lcsimoes@dec.uc.pt
14. Nível Level
2º ciclo de estudos / 2nd 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 Análise Matemática I e II Métodos Numéricos Mecânica II Mecânica dos Meios Contínuos Resistência dos Materiais I e II Análise de Estruturas
Recommended prerequisites (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Linear Algebra and Analytic Geometry Mathematical Analysis I and II Numerical Methods Mechanics II Continuum Mechanics Strength of Materials I and II

Structural Analysis
17. Língua(s) de ensino (indicar a(s) língua(s) em que as aulas são lecionadas)
Português
Language(s) of instruction * ⁽⁶⁾ (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)
Alberto Miguel Bizarro Martins (TP 63,0 h x 1 turmas = 63 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)
Fornecer aos alunos os principais conceitos, princípios e teorias que permitem explicar, compreender e traduzir o comportamento material e/ou geometricamente não-linear das estruturas submetidas a acções estáticas e dinâmicas. Análise de estruturas reticuladas e laminares planas através do método dos elementos finitos. Resolução de uma forma expedita de problemas de análise de estruturas com comportamento elástico linear. Aquisição de competências em análise e síntese, aprendizagem autónoma, aplicação prática de conhecimentos teóricos, comunicação oral e escrita, raciocínio crítico, resolução de problemas de análise de estruturas utilizando ferramentas computacionais.
Learning outcomes (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
The students are provided with the most important concepts, principles and theories which explain, understand and reflect the material and/or geometric nonlinear behaviour of structures undergoing static and dynamic loading. Analysis of framed structures and plate structures using the finite element method. Approaches which can be easily employed to design structures with linear elastic behaviour are referred and used. Acquiring capabilities in synthesis and analysis, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge, oral and written communication, critic reflection, solving structural analysis problems using computational tools.
20. Conteúdos programáticos (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Método dos elementos finitos <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Bases do método 1.3 Elemento de barra 1.4 Elemento de viga 1.5 Elemento CST para problemas de elasticidade plana 1.6 Elemento CMT para problemas de flexão de lajes 2. Análise geometricamente não-linear <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Estabilidade elástica e bifurcação do equilíbrio 2.2 Matriz de rigidez geométrica 2.3 Análise linear de estabilidade de estruturas reticuladas 2.4 Efeitos de segunda ordem 2.5 Análise de segunda ordem de estruturas reticuladas 3. Análise materialmente não-linear <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Análise elasto-plástica incremental 3.2 Análise plástica limite 4. Dinâmica de estruturas <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Sistemas com um grau de liberdade <ol style="list-style-type: none"> 4.1.1 Vibrações livres sem e com amortecimento 4.1.2 Vibrações forçadas devido a acções harmónicas 4.1.3 Função impulso 4.1.4 Espectros de resposta para diversas acções dinâmicas 4.2. Sistemas com vários graus de liberdade <ol style="list-style-type: none"> 4.2.1 Análise modal 4.2.2 Método da sobreposição modal 4.2.3 Resposta face a acções dinâmicas genéricas 4.2.4 Resposta face à acção sísmica
Syllabus (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Finite element method <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Basis of the method 1.3 Truss element 1.4 Beam element 1.5 CST element for plane elasticity 1.6 CMT element for plate bending 2. Nonlinear geometrical analysis <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Elastic stability and equilibrium bifurcation 2.2 Geometric stiffness matrix

<p>2.3 Linear elastic stability analysis of framed structures</p> <p>2.4 Second order effects</p> <p>2.5 Second order analysis of framed structures</p> <p>3. Material nonlinear analysis</p> <p>3.1 Elastoplastic incremental analysis</p> <p>3.2 Plastic limit analysis</p> <p>4. Structural dynamics</p> <p>4.1 Single-degree-of-freedom systems</p> <p>4.1.1 Undamped and damped free vibrations</p> <p>4.1.2 Forced vibrations due to harmonic loading</p> <p>4.1.3 Impulse function</p> <p>4.1.4 Response spectrum for impulsive loading</p> <p>4.2. Multi-degree-of-freedom systems</p> <p>4.2.1 Modal analysis</p> <p>4.2.2 Modal superposition method</p> <p>4.2.3 Response to general dynamic loading</p> <p>4.2.4 Response to seismic action</p>
<p>21. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular <i>(1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</i></p> <p>Estudam-se temas e apresentam-se métodos para a resolução de problemas não abordados em ciclos de estudos anteriores em que foram apresentados conhecimentos de base para a análise de estruturas, nomeadamente, em unidades curriculares como Mecânica II, Mecânica dos Meios Contínuos, Resistência dos Materiais e Análise de Estruturas.</p> <p>Para além de complementar os conhecimentos transmitidos em unidades curriculares anteriores são apresentadas as bases e conhecimentos fundamentais, no âmbito da análise de estruturas de Engenharia Civil, para aplicação em subseqüentes unidades curriculares envolvendo a concepção e projecto mas também a avaliação e reabilitação de estruturas de betão, madeira, metálicas e mistas.</p>
<p>Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives <i>(ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</i></p>
<p>This course concerns topics and presents methods to solve structural analysis problems not addressed in previous study cycle, gathering knowledge previously introduced on Mechanics II, Continuum Mechanics and Strength of Materials and Structural Analysis</p> <p>It provides the basis and fundamental knowledge, in terms of analysis of Civil Engineering structures, for application in forthcoming curricular units about the structural design and also the assessment and retrofitting of concrete, timber, steel and composite structures.</p>
<p>22. Métodos de ensino <i>(600 carateres disponíveis incluindo espaços)</i></p> <p>Aulas teórico-práticas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, seguida da resolução de alguns exemplos práticos de aplicação que preenchem todas as necessidades de enquadramento dos alunos para com a matéria. A resolução é feita quer através de cálculo manual, quer através de ferramentas computacionais recorrendo a programas de código aberto e a programas comerciais de análise de estruturas. Apresentam-se alguns problemas de aplicação prática para serem resolvidos de forma autónoma pelos alunos, com a orientação do docente.</p>
<p>Teaching methods <i>(ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</i></p>
<p>Classes with detailed explanation, using visual media, of the concepts, principles and fundamental theories followed by solving application examples to fill the student needs as the subject are concerned. The problems are solved by hand calculation and using both, open source code and commercial computer analysis programs. The students, under the teacher guidance, must develop skills to solve, on their own, additional practical problems.</p>
<p>23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular <i>(1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</i></p> <p>O desenvolvimento das competências de análise de estruturas baseia-se, em grande medida, nos conhecimentos teóricos transmitidos presencialmente nas aulas teórico-práticas e nos esclarecimentos de dúvidas aos alunos, prestados sempre que necessário. A resolução de exemplos práticos de análise de estruturas permitirá ilustrar os conceitos e métodos descritos previamente, o que reforçará a capacidade do aluno neste domínio.</p> <p>A utilização de um programa de computador de código aberto, assim como o recurso a programas comerciais, reforçará a compreensão e a implementação prática das metodologias utilizadas para a resolução dos problemas apresentados em cada uma das temáticas abordadas. A execução solitária de problemas de aplicação estimulará o desenvolvimento do espírito crítico, da aprendizagem autónoma e da capacidade de aplicação prática de conhecimentos.</p>

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

The development of the skills for structural analysis are based, to a great extent, on the theoretical knowledge transmitted face-to-face in the lectures and on the clarification of doubts to the students, made whenever needed. Solving structural analysis problems based on the procedures previously described in theory will enhance the student capability in this domain.

Using an open source code program and commercial computer programs shall enforce the understanding and the practical application of the methods used to solve the problems presented in each topic addressed. The lonely undertaking of practical problems shall stimulate the development of the criticism, autonomous learning and capability for application of theoretical knowledge.

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:** 75%**Mini Testes | Test:****Projeto | Project:****Relatório de seminário ou visita de estudo | Seminar or study visit report:****Resolução de problemas | Problem resolving report:** 25%**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 carateres disponíveis incluindo espaços)*

Simões, L.M.C. (2015). Análise de Estruturas, Vol I, Coimbra: Gráfica Ediliber

Simões, L.M.C. (2015). Análise de Estruturas, Vol II, Coimbra: Gráfica Ediliber

Ghali, A., Neville, A.M. (1997). Structural analysis: A unified classical and matrix approach (4th ed). London: E & FN Spon

Oñate, E. (1992). Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos análisis estático lineal. Barcelona: CIMNE

Reis, A., Camotim, D. (2001) Estabilidade Estrutural. Amadora: McGraw-Hill

Clough, R.W., Penzien, J. (1993). Dynamics of Structures. 2nd ed. New York: McGraw-Hill

Smith, D.L. (1974) Plastic Limit Analysis and Synthesis of Frames by Mathematical Programming, Imperial College London