
1. Designação da unidade curricular

[4213] Modelação em Engenharia Civil com Elementos Finitos / Modeling in Civil Engineering with Finite Elements

2. Sigla da área científica em que se insere

EC

3. Duração

Unidade Curricular Semestral

4. Horas de trabalho

135h 00m

5. Horas de contacto

Total: 45h 00m das quais TP: 22h 30m | P: 22h 30m

6. % Horas de contacto a distância

Sem horas de contacto à distância

7. ECTS

5

8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular

[1444] Sérgio Bruno Martins de Oliveira | Horas Previstas: N/D

9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

1. Estudar os fundamentos da mecânica dos sólidos e da análise matricial de estruturas na perspetiva da análise de estruturas maciças. Equação de Navier: caso geral de equilíbrios tridimensionais. Referência às hipóteses simplificativas usadas na análise de peças lineares e laminares. Ações estáticas e dinâmicas
2. Estudar os fundamentos do método dos elementos finitos (MEF)
3. Desenvolvimento de programas de elementos finitos, em plataformas do tipo MATLAB, com vista a efetuar análises estruturais (casos 2D e 3D), análises térmicas e hidráulicas.
4. Desenvolvimento de rotinas para representação gráfica de resultados (representação 3D de campos de deslocamentos e tensões) recorrendo a plataformas do tipo MATLAB.
5. Análise de exemplos de aplicação envolvendo cálculos estruturais (barragens, túneis, pavimentos de vias de comunicação, fundações, etc.) e cálculos térmicos e hidráulicos. Comparação com resultados de programas comerciais.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

1. Study the fundamentals of solid mechanics and matrix analysis of structures from the perspective of the analysis of massive structures. Navier equation: general case of three-dimensional equilibria. Reference to the simplifying assumptions used in the analysis of linear and laminar pieces. Static and dynamic loads
2. To study the fundamentals of the finite element method (FEM)
3. Development of finite element programs, using MATLAB type platforms, in view to perform structural analyses (2D and 3D), thermal and hydraulic analyses.
4. Development of routines for graphical representation of numerical results (3D representation of displacement fields and stress) using the type MATLAB platforms.
5. Analysis of application examples, namely structural computations (dams, tunnels, roads pavements, foundations, etc.), as well as thermal and hydraulic computations. Comparison with results of commercial programs.

11. Conteúdos programáticos

I- Fundamentos de análise de estruturas maciças: equilíbrios tridimensionais. Tensores das deformações e das tensões (3D). Cálculo e representação gráfica de tensões principais, em casos 2D e 3D. Relação entre tensões (em pontos) e esforços (em secções).

II- Equações fundamentais da mecânica dos sólidos para o caso geral de equilíbrios tridimensionais. Estudo da equação de Navier para o caso geral 3D. Condições de fronteira em análise de estruturas. Estudo da transferência de calor: Equação de Fourier. Mecânica dos fluidos: Equação de Navier-Stokes

III - Resolução numérica de eq. diferenciais: Método dos Elementos Finitos (MEF). Forma forte e forma fraca. Funções de interpolação para diferentes tipos de elementos finitos. Formulação do MEF na perspectiva do desenvolvimento de aplicações computacionais

IV - Fundamentos de programação do MEF em plataformas do tipo MATLAB

V - Aplicações do MEF em mecânica estrutural, mecânica de fluidos e em problemas de condução de calor.

11. Syllabus

I- Fundamentals of the analysis of massive structures: three-dimensional equilibria. Tensors of deformation and stresses (3D). Calculation and graphical representation of principal stresses, 2D and 3D cases. Relationship between stress (in points) and forces (shear and axial forces) and moments in sections.

II- The main equations of solid mechanics for the general case of three-dimensional equilibria. Study of the Navier equation for the 3D general case, considering static and dynamic actions. Boundary conditions in structural analysis. Heat transfer study: Fourier equation. Fluid Mechanics: Navier-Stokes equation

III - Numerical solution of differential eq.: Finite Element Method (FEM). Strong and weak form. Interpolation functions for different types of finite elements. FEM formulation from the perspective of computer application development

IV ? FEM programming fundamentals in MATLAB type platforms

V - Applications of FEM in structural mechanics, fluid mechanics and heat conduction

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

Os conhecimentos referidos em 4.1 e 4.2 são adquiridos nos Capítulos I e II. As competências referidas em 4.3 e 4.4 são desenvolvidas ao longo dos Capítulos III, IV. A competência referida em 4.5 é adquirida no Capítulo V.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The topics mentioned in 4.1 and 4.2 are acquired in Chapter I and II. The skills referred to in 4.3 and 4.4 are developed over the Chapters III and IV. The skill specified in 4.5. is acquired in Chapter V.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

A leccionação da UC é realizada através de aulas teórico-práticas em ambiente de "Laboratório Computacional". Os diferentes tópicos abordados são sempre ilustrados com exemplos de aplicação e, em geral, os alunos desenvolvem aplicações computacionais com vista a verificarem como se aplicam os conhecimentos teóricos adquiridos.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The UC teaching is carried out in classroom of the type "Computer Lab". The different topics covered are always illustrated with application examples and, in general, students develop computer applications in order to ascertain how they apply the theoretical knowledge acquired.

14. Avaliação

MÉTODO DE AVALIAÇÃO: DISTRIBUÍDA COM EXAME FINAL

AVALIAÇÃO DISTRIBUÍDA - 2 testes parciais + 2 trabalhos individuais

$$NF = [0,5 \times (T1 + T2)/2] + [0,25 \times Tb1 + 0,25Tb2]$$

AVALIAÇÃO POR EXAME - exame final + 2 trabalhos individuais

$$NF = 0,5 \times E + [0,25 \times Tb1 + 0,25Tb2]$$

Representando:

NF = Nota Final

T1 = Nota do 1º Teste

T2 = Nota do 2º Teste

E = Nota do Exame

Tb1 = Nota do trabalho 1

Tb2 = Nota do trabalho 2

Tb1 e Tb2 são pedagogicamente fundamentais

Não existe a possibilidade de realizar exames parciais na época normal.

Em tudo o que estiver omissa, deverão ser tidos em conta os regulamentos e normas em vigor, nomeadamente o Regulamento Pedagógico e de Avaliação de Conhecimentos do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, despacho nº 8077/2023, de 7 de agosto.

14. Assessment

ASSESSMENT: DISTRIBUTED WITH FINAL EXAM

DISTRIBUTED ASSESSMENT - 2 tests + 2 individual Assignments

$FG = [0,5 \times (T1 + T2)/2] + [0,25 \times \text{Asgmt1} + 0,25 \times \text{Asgmt2}]$

EXAM ASSESSMENT - exam + 2 individual Assignments

$FG = 0,5 \times E + [0,25 \times \text{Asgmt1} + 0,25 \times \text{Asgmt2}]$

Representing:

FG = Final Grade

T1 = Test 1 Grade

T2 = Test 2 Grade

E = Exam Grade

Asgmt1 and 2 = Assignment 1 and 2 grade (includes presentation and discussion) All Pedagogically fundamental

There is no possibility to made partial exams during the normal season.

In all matters not explicitly covered, the regulations and standards shall be considered, namely the "Regulamento Pedagógico e de Avaliação de Conhecimentos do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, despacho nº 8077/2023", of August 7th.

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os resultados obtidos da UC MEEF em semestres anteriores mostram que a metodologia de ensino adotada, baseada em aulas em ambiente de "Laboratório Computacional" nas quais os alunos desenvolvem competências ao nível da programação a par do estudo dos conceitos teóricos, permite atingir os objectivos estabelecidos e proporciona aos alunos a aquisição de todas as competências pretendidas.

Durante as aulas e na fase de elaboração do trabalho final os alunos apercebem-se que as matérias estudadas e a ênfase colocada na implementação computacional tem grande interesse para a sua vida profissional futura.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The results obtained in this UC in previous semesters show that the adopted teaching methodology, based on "Computational Laboratory" classes in which students develop skills in the programming alongside the study of theoretical concepts, achieves the objectives set and provides students with the acquisition of all required skills.

During the classes and preparation of the final work students realize that the subjects studied and the emphasis on computational implementation has great interest for future employment.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- 1 - Oliveira,S. (2019) - "Modelação em Engenharia Civil com Elementos Finitos", ISEL (Folhas de apoio da disciplina)
- 2 - Moore,H. (2012) - "Matlab for Engineers", 3rd ed., Pearson
- 3 - W.-F. Chen and A. Saleeb (1994) - "Constitutive Equations for Engineering Materials. Volume 1: Elasticity and Modelling", Studies in Applied Mechanics 37A, Elsevier.
- 4 - Zienkiewicz, O.C.; Taylor,R.L.; Zhu,J.Z. (2005) - "The Finite Element Method. Its Basis and Fundamentals", 6th Ed. Elsevier

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2024-07-17

Data de aprovação em CP: 2024-06-26