

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR **(versão A3ES 2018 – 2023)**

1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).

Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica

1.2. Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).

ENGENHARIA CIVIL

1.3. Duração¹ (100 carateres).

Semestral

1.4. Horas de trabalho² (100 carateres).

135

1.5. Horas de contacto³ (100 carateres).

T:	TP: 45	PL:	TC:
S:	E:	OT:	O:

1.6. ECTS (100 carateres).

5

1.7. Observações⁴ (1.000 carateres).

Opcional

1.7. Remarks (1.000 carateres).

2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo). (1.000 carateres).

Paulo Jorge Henriques Mendes (45 horas)

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (preencher o nome completo). (1.000 carateres).

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) (1.000 carateres).

1. Complementar a compreensão de formulações básicas de análise de sistemas lineares sob ações dinâmicas de carácter determinístico; Apresentação de alguns procedimentos básicos de análise dinâmica experimental.

2. Aplicação dos métodos da Dinâmica Estrutural à análise do comportamento de estruturas de Engenharia Civil sob ações dinâmicas, com especial ênfase para a resposta sísmica de estruturas de edifícios.

¹ Anual, semestral, trimestral, ...

² Número total de horas de trabalho.

³ Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T – Ensino teórico; TP – Ensino teórico-prático; PL – Ensino prático e laboratorial; TC – Trabalho de campo; S – Seminário; E – Estágio; OT – Orientação tutorial; O – Outro).

⁴ Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.

3. Sensibilização para os princípios básicos de dimensionamento sísmico subjacentes à filosofia da regulamentação atual e compreensão da sua importância para uma boa conceção de estruturas sísmo-resistentes.
4. Apresentar e discutir a regulamentação neste domínio (eurocódigos).
5. Transmitir conhecimentos básicos associados ao dimensionamento sísmico de estruturas simples.

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students) (1.000 characters).

1. This course aims the understanding of analysis formulation of linear systems under deterministic excitation. Presentation of some basic procedures for experimental dynamic analysis.
2. Application of Structural Dynamics methods to the analysis of the behavior of Civil Engineering structures under dynamic loads, with special emphasis on the seismic response of building structures.
3. Awareness of the basic principles of seismic design underlying the current code philosophy and understanding of their importance for good design of earthquake-resistant structures.
4. Present and discuss the design codes in this area (eurocodes).
5. Give basic knowledge related with the seismic design of simple structures.

5. Conteúdos programáticos. (1.000 carateres).

Módulo 1 - Dinâmica de Estruturas

1. Breve revisão de osciladores de 1 g.l.
 - Resposta em regime livre
 - Resposta em regime forçado
 - Resposta devida a uma acção dinâmica qualquer. Integral de Duhamel
 - Resposta devida a movimento do solo. Noção de espectro de resposta
2. Oscilador de vários graus de liberdade
 - Determinação de frequências e modos de vibração
 - Análise modal
 - Análise sísmica por espectro de resposta. Métodos de combinação modal.

Módulo 2 - Engenharia Sísmica

3. Análise sísmica
 - Caracterização da acção dos sismos
 - Aspectos básicos da resposta sísmica de estruturas. A acção sísmica e a ductilidade estrutural
 - Critérios de concepção sísmo-resistente de edifícios, regularidades e irregularidades
 - Determinação dos efeitos da acção dos sismos
4. Noções gerais de dimensionamento sísmico
 - Dimensionamento sísmico de acordo com o EC 8
 - Métodos de controlo ou verificação do desempenho sísmico. Análises pushover (EC8) e análises dinâmicas não-lineares no domínio do tempo

5. Syllabus (1.000 characters).

Module 1 - Structural Dynamics

1. Brief review of SDOF systems.
 - Free vibration
 - Response to harmonic excitation
 - Response to arbitrary excitation. Duhamel Integral
 - Response due to ground motion movement. Response spectrum concept
2. MDOF systems
 - Frequency determination and vibration modes
 - Modal analysis
 - Seismic analysis by response spectrum. Modal combination methods.

Module 2 - Earthquake Engineering

3. Seismic analysis
 - Characterization of the seismic load
 - Basic aspects of the seismic response of structures. Seismic load and structural ductility
 - Earthquake-resistant design criteria for buildings, regularities and irregularities
 - Determination of the effects of earthquakes
4. General concepts of seismic design
 - Seismic design according to EC 8
 - Methods to control or verify seismic performance. Pushover analysis (EC8) and dynamic nonlinear analysis in the time domain

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (1.000 carateres).

Capítulos 1 e 2 permitem cumprir objetivos 1 e 2

Capítulos 3 e 4 permitem cumprir objetivos 3, 4 e 5

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

Chapter 1 and 2 allow students to achieve objectives 1 and 2

Chapter 3 and 4 allow students to achieve objectives 3, 4 and 5

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída). (1.000 carateres).

A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas e teórico-práticas, introduzindo-se primeiro os conceitos teóricos seguindo-se a resolução de exercícios de aplicação e/ou o desenvolvimento de aplicações que ajudam à compreensão dos vários assuntos abordados.

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS:

AVALIAÇÃO CONTÍNUA - 2 testes parciais + 2 trabalhos.

$$NF = 0,5 \times (TP1 + TP2) / 2 + 0,5 \times (T1 + T2) / 2$$

AVALIAÇÃO POR EXAME (2 épocas) - exame final + 2 trabalhos.

$$NF = 0,5 \times E + 0,5 \times (T1 + T2) / 2$$

Representando:

NF – Nota Final

TP1 – Nota do 1º Teste

TP2 – Nota do 2º Teste

T1 – Nota do 1º Trabalho

T2 – Nota do 2º Trabalho

E – Nota do Exame

Os testes têm a duração de 1h30m e realizam-se nas aulas, enquanto os exames têm uma duração de 3h00m.

Os testes têm a duração de 1h30m e realizam-se nas aulas, enquanto os exames têm uma duração de 3h00m.

A nota mínima em teste é de 8,0 valores, no entanto a média dos testes tem de ser igual ou superior a 10 valores, tal como a nota dos exames e dos trabalhos.

7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).

The teaching methodology is based on theoretical and theoretical-practical lessons, first the theoretical concepts are introduced, followed by the resolution of exercises and/or the development of applications that help the understanding of the covered subjects.

ASSESSMENT:

CONTINUOUS EVALUATION - 2 partial tests + 2 assignments

$$G = 0.5 \times (T1 + T2) / 2 + 0.5 \times (A1 + A2) / 2$$

EXAM EVALUATION (2 dates) - Written exam + 2 assignments

$$G = 0.5 \times E + 0.5 \times (A1 + A2) / 2$$

Representing:

G - Final grade

T1 - 1st Test grade

T2 - 2nd Test grade

A1 - 1st assignment grade

A2 - 2nd assignment grade

E - Exam grade

Tests have a duration of 1h30m and are held in class, while exams have a duration of 3h00m.

The minimum grade in test is 8/20, however the average of the tests must be equal to or higher than 10/20, as the exam and assignments grade.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (3.000 caracteres).

Nesta unidade curricular a leccionação assenta em aulas teóricas e teórico-práticas.

Nas aulas teóricas são introduzidos os conceitos teóricos, nas aulas teórico-práticas promove-se a resolução de exercícios de aplicação, que se entende como uma boa metodologia para os alunos assimilarem os principais conceitos que são objecto de aprendizagem.

Para algumas matérias os alunos são estimulados/desafiados a desenvolver aplicações computacionais com o objectivo de melhor consolidarem a aprendizagem dos conceitos em estudo.

O regime de avaliação na forma de testes parciais (avaliação contínua) ou exames finais permite aferir se a assimilação de conhecimentos foi alcançada, enquanto os trabalhos práticos permitem aferir a evolução na aprendizagem dos conhecimentos e o desenvolvimento de competências profissionais pelos alunos.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

In this course, the teaching is based on theoretical and theoretical-practical lessons. In the theoretical classes, theoretical concepts are introduced. In the theoretical-practical classes, the resolution of exercises is promoted, which is considered as a good methodology for the main concepts assimilation.

In some subjects, students are encouraged/challenged to develop applications in order to consolidate the learning of the concepts under study.

The assessment evaluation consist in partial tests (continuous assessment) or final exams, which allows to assess if the knowledge assimilation has been achieved, while the practical assignments allow to assess the evolution of the learned knowledge and improvement of the students professional skills.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória. (1.000 carateres).

1. Mendes, P. (2019) – "Dinâmica de Estruturas", Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
2. Chopra, A. K. (2017) – "Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering": 5ª Edição, Prentice Hall, New Jersey.
3. Clough, R. e Penzien, J. (1993) – "Dynamics of Structures": 2ª Edição, McGraw-Hill, New York.
4. Costa, A. (2013). Projeto de estruturas para resistência aos sismos. In J. Apleton (Ed.), Estruturas de Betão (Volume 2) (1st ed.). Edições Orion.
5. Lopes, M. {Coordenador} (2008). Sismos e Edifícios, Edições Orion.
6. NP EN 1998-1: 2010 – Eurocódigo 8 – "Projecto de estruturas resistentes aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios", CEN, Bruxelas.
7. Priestley, M.J.N.; Seible, F.; Calvi, G.M. (1996) – "Seismic Design and Retrofit of Bridges", John Wiley & Sons, New York.