

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular AVALIAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS

Cursos ENGENHARIA CIVIL (2.º Ciclo) (*)
ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 17231017

Área Científica ESTRUTURAS

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português.

Modalidade de ensino Ensino presencial.

Docente Responsável João Manuel Carvalho Estevão

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	7T; 15TP; 3,8OT
Roberto Carlos Rodrigues Laranja	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	8T; 15TP; 3,8OT

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S2	15T; 30TP; 7,5E; 7,5OT	162	6

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Projeto de estruturas.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se com esta unidade curricular que o aluno adquira conhecimentos básicos sobre o comportamento não linear das estruturas, e a correspondente influência na avaliação da segurança de construções existentes. Esse conhecimento será extensível ao estudo dos efeitos de possíveis alterações nos elementos estruturais, na segurança do conjunto. Também se pretende que o aluno adquira competências relativas ao dimensionamento de soluções de reforço de estruturas de betão armado e de alvenaria resistente. A avaliação dos efeitos da ação sísmica sobre o património edificado, e possíveis medidas de reforço, também serão estudados no contexto dos Eurocódigos Estruturais, designadamente no âmbito da EN 1998-3.

Conteúdos programáticos

Métodos de análise estática não-linear. Relações constitutivas dos materiais. Curvas de capacidade. Avaliação da ductilidade disponível. Alteração/eliminação/adição de elementos estruturais. Modelação do faseamento construtivo. Enquadramento nos Eurocódigos 0, 1, 2 e 6. Avaliação do comportamento sísmico de estruturas de betão armado e de alvenaria. Danos típicos em estruturas. Análise sísmica estática não-linear (método N2). Análise sísmica dinâmica não-linear. Interação solo-estrutura. Utilização de programas de cálculo automático na análise de estruturas existentes Enquadramento no Eurocódigo 8 (partes 1, 3 e 5). Estratégias de reforço de estruturas de betão armado e de alvenaria. Reforço por encamisamento de secções. Reforço com materiais compósitos. Reforço com adição de chapas de aço. Adição de paredes resistentes. Contraventamento com estruturas metálicas. Sistemas de dissipação de energia. Sistemas de isolamento de base.

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

Serão apresentados alguns métodos de análise estática não linear de estruturas, para que o aluno melhor compreenda toda a extensão do comportamento de uma estrutura pré-existente. Depois é introduzido o problema da modificação de um sistema estrutural já construído (com um estado de tensão inicial não nulo). No contexto da avaliação da segurança sísmica, é estudado o método N2 do EC8 e é abordada a análise dinâmica não linear. Depois o aluno é iniciado no estudo das medidas de reforço de estruturas de betão armado e de alvenaria resistente. Serão abordados alguns métodos de reforço, tendo em vista o seu dimensionamento. Também serão abordadas soluções envolvendo o aumento da capacidade de dissipação de energia, e os sistemas de isolamento de base. Desta forma, o aluno adquire as competências necessárias para a avaliação da segurança do património edificado, assim como estuda a forma de conceber e dimensionar soluções de reforço que garantam os níveis de segurança desejados.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Exposição geral das matérias com recurso a apresentações (com imagens e animações) em Power-Point. Apresentação de exemplos resolvidos. Resolução autónoma de problemas teórico-práticos propostos. Utilização de programas informáticos de análise linear e não linear de estruturas.

As aulas práticas irão decorrer em salas de informática, onde os alunos utilizarão, autonomamente, programas de cálculo automático para resolução de problemas práticos. A avaliação será composta por três trabalhos de grupo ($TP=0.35TP1+0.25TP2+0.40TP3$), envolvendo a avaliação e o reforço de estruturas de betão armado e de alvenaria, e por um teste individual (AF). Os trabalhos de grupo serão alvo de uma defesa oral. $MD=0.6TP+0.4AF$ ($AF \geq 8$). Para os alunos com $MD < 10$, será realizado um exame final.

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

A exposição das matérias com animações e fotografias, para além da mera apresentação dos métodos de cálculo, permite motivar o aluno para as matérias lecionadas. A utilização de programas de cálculo automático nas aulas (de análise não linear) permite fazer a ligação entre as matérias teóricas e a sua aplicação prática, o que se enquadra no contexto do ensino politécnico. A realização dos trabalhos práticos tem como objetivo a facilitação da aquisição, por parte dos alunos, das competências previamente estipuladas. Desta forma, incentivam-se os alunos para a aprendizagem autónoma individual, e é fomentada a capacidade de trabalho em grupo. Este contexto de aprendizagem, baseado na resolução de casos práticos, reforça a aquisição das competências do saber fazer, que se pretende que o aluno venha a adquirir.

Bibliografia principal

FARDIS, M. (2009) - Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings. Springer.

LOPES, M. - Coordenador (2008) - Sismos e Edifícios. Edições Orion.

TOMA?EVI?, M. (1999) - Earthquake-resistant design of masonry buildings. London, Imperial College Press, 268 p.

LOURENÇO, P. (2010) - Avaliação de Segurança Sísmica de Estruturas de Alvenaria, Encontro Nacional de Conservação e Reabilitação de Estruturas, LNEC.

ESTÊVÃO, J.M.E. (2012) - Efeitos da ação sísmica no comportamento de edifícios de betão armado com alvenarias de enchimento. Tese de doutoramento, 452 p. Instituto Superior Técnico, UTL.

CEN (2005) - EN 1991-3. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. Comité Européen de Normalisation, Brussels.

Laranja, R.C. (2002) - Avaliação da segurança de estruturas existentes de betão armado. Dissertação de mestrado. Instituto Superior Técnico, UTL.

Academic Year 2019-20

Course unit ASSESSMENT AND RETROFIT OF STRUCTURES

Courses CIVIL ENGINEERING (*)
ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area ESTRUTURAS

Acronym

Language of instruction Portuguese. Tests and exams may be in English or Spanish for foreign students.

Teaching/Learning modality Face-to-face course.

Coordinating teacher João Manuel Carvalho Estevão

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	7T; 15TP; 3,8OT
Roberto Carlos Rodrigues Laranja	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	8T; 15TP; 3,8OT

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	30	0	0	0	7,5	7,5	0	162

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Structural Project.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The main objective of this course is that students acquire basic knowledge about the nonlinear behavior of structures, and the corresponding influence on the safety assessment of existing buildings. This knowledge will be extended to the study of the effects of possible changes in the structural elements, and to the overall safety. The goal is also allowing students to acquire skills related to retrofit solutions of reinforcement concrete and masonry structures. Seismic assessment of the built heritage and possible retrofit measures will also be studied in the context of the Structural Eurocodes, particularly in the context of EN 1998-3.

Syllabus

Methods of nonlinear static analysis. Constitutive relations of materials. Capacity curves. Evaluation of available ductility. Modification/removal /addition of structural elements. Modelling the phasing constructive. The Eurocodes framework 0, 1, 2 and 6. Evaluation of seismic behaviour of reinforced concrete structures and masonry. Typical damage to structures. Seismic nonlinear static analysis (N2 method). Basics of seismic nonlinear dynamics. Soil-structure interaction. Use of computer programs for structural analysis using Eurocode 8 (parts 1, 3 and 5). Strategies for retrofitting reinforced concrete and masonry structures. Concrete jacketing. Retrofit with composite materials. Addition of steel plates. Addition of new resistant walls. Addition of a new bracing system in steel. Energy dissipation systems. Base isolation systems.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

Methods for non-linear static analysis of structures are introduced, allowing students better understanding the full extension of the behavior of existing structures. The problem of changing an existing structural system (with nonzero initial stress) is studied. In the context of seismic safety, the EC8 N2 method is studied and the nonlinear dynamics analysis is presented. After this, the student begins the study of retrofit measures of concrete and masonry structures. Some design methods for seismic retrofit of reinforced concrete and masonry structures are discussed. Solutions involving the increasing of energy dissipation capacity and base isolation systems are briefly studied. Thus, the student acquires the skills needed to evaluate seismic safety of the built heritage; as well he will be able to design retrofit solutions.

Teaching methodologies (including evaluation)

Overall presentation of the issues using Power-Point (with animations and images). Examples of practical problems. Using structure analysis computer programs (linear and nonlinear).

Practical classes will be held in computer rooms where students use software for solving practical problems. The evaluation will consist of three group assignments ($TP=0.35TP1+0.25TP2+0.40TP3$) corresponding to the assessment and retrofitting of concrete and masonry structures, and an individual test (AF). The group assignments will be subject to an oral. $MD=0.6TP+0.4AF$ (MD between 0 and 20, and $AF \geq 8$). There will be a final exam if $MD < 10$.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Presentations having animations and photographs, beyond the mere description of assess and design methods, are used to motivate the students. The use of software in class (nonlinear analysis) can close the gap between theoretical and practical knowledge, which is the goal of the polytechnic studies. The work assignments make easier the student skills acquisition. The assignments will encourage students to learn by themselves and to work in a group. This learning environment, based on the resolution of practical cases, will improve student skills of solving practical problems.

Main Bibliography

FARDIS, M. (2009) - Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings. Springer.

LOPES, M. - Coordenador (2008) - Sismos e Edifícios. Edições Orion.

TOMA?EVI?, M. (1999) - Earthquake-resistant design of masonry buildings. London, Imperial College Press, 268 p.

LOURENÇO, P. (2010) - Avaliação de Segurança Sísmica de Estruturas de Alvenaria, Encontro Nacional de Conservação e Reabilitação de Estruturas, LNEC.

ESTÊVÃO, J.M.E. (2012) - Efeitos da ação sísmica no comportamento de edifícios de betão armado com alvenarias de enchimento. Tese de doutoramento, 452 p. Instituto Superior Técnico, UTL.

CEN (2005) - EN 1991-3. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. Comité Européen de Normalisation, Brussels.

Laranja, R.C. (2002) - Avaliação da segurança de estruturas existentes de betão armado. Dissertação de mestrado. Instituto Superior Técnico, UTL.