

## Instrução do pedido

**3. Descrição e fundamentação dos objetivos, sua adequação ao projecto educativo, científico e cultural da instituição, e unidades curriculares**

### 3.3. Unidades curriculares

#### Instruction of the request

**3. Description and grounding of the study programme's objectives and its coherence with the institution's, scientific and cultural project and curricular units**

### 3.3. Curricular units

3.3.1 Unidade curricular (PT):

Estruturas de Betão I

3.3.1 Curricular Unit (EN):

Concrete Structures I

3.3.2 Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Eduardo Nuno Borges Pereira

3.3.2 Teacher in charge (fill in the full name) and number of contact hours in the curricular unit:

Eduardo Nuno Borges Pereira

3.3.3 Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular (1000 caracteres máx.):

Miguel Ângelo Dias Azenha

3.3.3 Other teachers and number of contact hours in the curricular unit (1000 caracteres máx.):

Miguel Ângelo Dias Azenha

3.3.4 Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) (1000 caracteres máx.):

1 - Descrever e explicar o comportamento do betão armado quando sujeito a esforços de tração, compressão, flexão simples, flexão composta, corte ou torção;  
2 - Distinguir e descrever o comportamento de um elemento estrutural de betão armado em fase de serviço e em fase de rotura;

- 3 - Avaliar o comportamento global de uma estrutura de betão armado, tendo em conta os diferentes tipos de ações a que esta está sujeita, a sua mobilidade horizontal e o efeito das imperfeições geométricas;
- 4 - Utilizar os eurocódigos estruturais para o dimensionamento de elementos de betão armado;
- 5 - Dimensionar tirantes, escoras, vigas e pilares de betão armado;
- 6 - Avaliar e quantificar o comportamento em serviço de um elemento de betão armado com base no estudo da respetiva fendilhação e deformação.

3.3.4 Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students) (1000 caracteres máx.):

- 1 - Describe and explain the behaviour of reinforced concrete when subjected to centred normal stresses (tensile or compressive), flexure, shear or torsion;
- 2 - Distinguish and describe the behaviour of a reinforced concrete structural element during service life and near rupture;
- 3 - Evaluate the global behaviour of a reinforced concrete structure, considering the different types of actions, the structure mobility and the effect of geometric imperfections;
- 4 – Application of the Structural Eurocodes for designing reinforced concrete elements;
- 5 – Design of ties, struts, beams and columns;
- 6 - Evaluate and quantify the service behaviour of a reinforced concrete element: cracking and deformation.

3.3.5 Conteúdos programáticos (1000 caracteres máx.):

- 1 - Introdução. Características e comportamento do betão armado.
- 2 - Eurocódigos estruturais. Requisitos no dimensionamento de estruturas de betão armado. Critérios de verificação de segurança.
- 3 - Durabilidade e recobrimento das armaduras.
- 4 - Comportamento do betão armado sob esforços normais.
- 5 - Comportamento do betão armado sob esforços de flexão simples.
- 6 - Análise e dimensionamento de vigas à flexão.
- 7 - Tração diagonal e corte em vigas.
- 8 - Aderência, ancoragem e translação a imprimir ao diagrama M/z.
- 9 - Torção.
- 10 - Estados limites de utilização: fendilhação.
- 11 - Estados limites de utilização: deformação.
- 12 - Flexão composta.
- 13 - Pilares e efeitos de 2ª ordem.

3.3.5 Syllabus (1000 caracteres máx.):

- 1 - Introduction. Properties and behaviour of reinforced concrete (RC).
- 2 - Structural Eurocodes. Design of RC structures. Criteria for safety verification.
- 3 - Durability and reinforcement cover.
- 4 - Behaviour of RC elements under normal stresses.
- 5 – Flexural behaviour of RC elements.
- 6 - Analysis and design of RC beams subjected to flexural stresses.
- 7 – Shear behaviour and design of RC beams.
- 8 - Bond, Anchorage length and shifting of M/z diagram.

- 9 - Torsion.
- 10 - Service limit states: cracking.
- 11- Service limit states: deformation.
- 12 - Bi-axial bending with compression
- 13 – RC columns and second order effects.

3.3.6 Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3000 caracteres máx.):

Os conteúdos programáticos objeto desta UC e indicados em 3.3.5 decorrem diretamente dos objetivos de aprendizagem identificados em 3.3.4. Estes conteúdos abordam todas as competências básicas a adquirir pelo aluno para o projeto de estruturas de betão, tanto ao nível do conhecimento dos materiais constituintes do betão armado como da regulamentação atual a utilizar no seu dimensionamento. Dado que se trata de uma UC clássica e com tradição no âmbito da Engenharia Estrutural, o programa típico desta UC encontra-se suficientemente consolidado e é essencialmente idêntico ao adotado em programas de estudos semelhantes.

3.3.6 Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1000 caracteres máx.):

All the syllabus topics indicated in 3.3.5 are directly related to the objectives of the curricular unit. These topics cover all the basic skills to be acquired by the students in order to habilitate them for the practice of designing RC structures, both at the level of the materials (concrete and steel) and at the level of the current design standards and guidelines. Considering that the curricular unit is traditional in the Structural Engineering discipline, it essentially adopts the traditional structure found in similar courses with a few innovative strategies to enhance the involvement by the students and their motivation.

3.3.7 Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1000 caracteres máx.):

A unidade curricular (UC) funciona em regime de aulas teórico-práticas e práticas laboratoriais. Nas aulas teóricas serão introduzidos os conceitos relativos a cada matéria sendo, também resolvidos alguns exemplos de aplicação. Nas aulas práticas será efetuada e discutida a resolução de um conjunto de exercícios e serão propostos para resolução autónoma exercícios suplementares. A UC funciona em regime de avaliação periódica. Os instrumentos utilizados para a avaliação da aprendizagem são os seguintes:

- um teste escrito;
- um trabalho prático.

3.3.7 Teaching methodologies (including assessment) (1000 caracteres máx.):

The curricular unit works as a synergy between practical and theoretical lessons. The theoretical lessons introduce the relevant concepts, and include solving application examples. During the practical lessons, a cooperative discussion environment is created in order to solve a set of proposed exercises. The curricular unit operates in periodic assessment regime. The assessment is based on:

- a written exam;
- a practical assignment/project.

### 3.3.8 Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3000 caracteres máx.):

A metodologia de ensino baseia-se numa sequência contínua de apresentação prévia de conceitos nas aulas teórico-práticas (TP) e a sua aplicação em exercícios a resolver durante as aulas práticas laboratoriais (PL). Sempre que possível recorre-se à demonstração dos conceitos e importância dos mesmos com recurso a exemplos práticos de estruturas de betão existentes na região, às quais os alunos tenham fácil acesso. O trabalho experimental/numérico desempenha um papel fundamental na ajuda à compreensão de conceitos abstratos e das propriedades dos materiais intervenientes. É uma forma de ensino que motiva bastante os alunos e os ajuda a ter uma sensibilidade melhor aos fenómenos ('Aprendizagem Activa'). Em colaboração com a UC de EBII tentar-se-á realizar em cada ano pelo menos uma visita de estudo a uma estrutura de betão armado corrente. Nas aulas teóricas é adotada uma metodologia de ensino dinâmica que permite ao estudante a compreensão de questões fundamentais relacionadas com as temáticas preconizadas no programa da UC. Além da apresentação de teorias/modelos/conceitos são frequentemente apresentados e discutidos exemplos práticos e casos de estudo proporcionando ao estudante a oportunidade para participar ativamente no processo de aprendizagem. Nas aulas PL os estudantes desenvolvem um conjunto de atividades que permitem consolidar os conhecimentos através da realização de várias aplicações, sendo que pontualmente a procura do saber resulta de exercícios em que a pesquisa também é um elemento fundamental.

No conjunto das várias atividades letivas procura-se que os estudantes sejam capazes de efetuar a análise e dimensionamento de estruturas porticadas de betão armado, de forma a alcançarem as competências previstas no programa, nomeadamente: conceber, analisar, modelar, dimensionar e projetar os elementos estruturais de um edifício de betão armado.

### 3.3.8 Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3000 caracteres máx.):

The teaching methodology is based on the introduction of concepts in a gradual sequence between theoretical and practical lessons. The students are firstly introduced to the fundamental theoretical concepts (theoretical classes), and the application of such concepts is carried out in the practical lessons. Whenever possible, the relevant concepts are presented and supported on practical examples of existing reinforced concrete structures in the region, easily reachable by the students. During the theoretical classes the teaching methodology will be dynamical and will privilege the discussion and debate of concepts. The introduction to the new concepts/models/theories will be based on practical examples as much as possible, in order to favour the active involvement of the students in the learning process. During the PL lessons the students will solve exercises and develop other small projects in order to apply and consolidate the acquired knowledge. The course is structured and oriented to maximize the acquirement by the student of the necessary skills to

habilitate them to autonomously conceive, analyse, model and design RC elements, mostly beams, columns and frames.

Together with the curricular unit EBII, at least one field trip per year is usually scheduled to visit a reinforced concrete construction site. The discussion of the structural aspects on site is regarded as a very important component of the course program, of very high pedagogical significance.

### 3.3.9 Bibliografia principal / Main bibliography (1000 caracteres máx.):

- CEB-FIP Model Code 90, Thomas Telford Services Ltd., 1993
- Favre, R., Jaccoud, J.P., Burdet, O. e Charif, H., Dimensionnement des structures en béton. Aptitude au service, éléments de structures, PPUR, 2004.
- Narayanan, R.S. e Beeby, A., Designers' guide to EN1992-1-1 and EN1992-1-2. Eurocode 2: Design of concrete structures. General rules and rules for buildings and structural fire design. Thomas Telford, 2005.
- EN 1990 (2002) "Eurocode - Basis of structural design." European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 1992-1-1 (2004) "Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings." European Committee for Standardization, Brussels.