

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

1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).

Pontes e Viadutos

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: 22.5	TP: 22.5	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).

Luciano Alberto do Carmo Jacinto, 1.5 horas

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

Cristina Ferreira Xavier Brito Machado, 1.5 horas

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

O1. Fornecer aos estudantes os conceitos relacionados com a especificidade do projecto, da construção e do comportamento em serviço das pontes.

O2. Transmitir aos estudantes a necessidade de uma constante atitude de grande exigência com a qualidade técnica e estética na concepção e projecto, e com a qualidade da construção e da manutenção das obras de arte.

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.

O3. Capacitar os estudantes com competências que lhes permitam, na sua vida profissional futura, a fácil integração em equipas de projecto, num empreiteiro geral ou em equipas que se dediquem à inspecção de pontes.

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

O1. To provide students with concepts related to the specificity of design, construction and service behaviour of bridges.

O2. To convey to students the need for a constant attitude of high standard with the technical and aesthetic quality in design and with the quality of construction and maintenance of bridges.

O3. To provide students with skills that enable them, in their future professional life, the easy integration in project teams, in contractor firms or in inspection teams.

5. Conteúdos programáticos. (1.000 caracteres).

1. Tipologias de pontes. Principal terminologia.

2. Breve história das pontes.

3. Concepção e projecto de uma ponte. Fases de um projecto. Elementos a apresentar em cada fase de um projecto.

4. Obras de pequeno porte. Passagens superiores e inferiores, betonadas "in-situ" ou pré-fabricadas.

5. Obras construídas tramo a tramo, com elementos betonados "in situ" ou pré-fabricados. Faseamento construtivo e efeitos de longo prazo.

6. Obras construídas por avanços em consola, com aduelas betonadas "in situ" ou pré-fabricadas. Faseamento construtivo e efeitos de longo prazo.

7. Análise e dimensionamento de pontes. Acções. Dimensionamento do tabuleiro, dos pilares e suas fundações, e dos encontros.

8. Equipamentos. Aparelhos de apoio. Juntas de dilatação. Dissipadores de energia.

9. Reabilitação de pontes.

5. Syllabus (1.000 characters).

1. Types of bridges. Main terminology.

2. Brief history of bridges.

3. Conceptual design of a bridge. Phases of a project. Elements to be present in each phase of a project.

4. Small bridges. Overpasses and underpasses, cast "in situ" or prefabricated.

5. Span by span bridges, with cast "in situ" or prefabricated elements. Construction phases and long-term effects.
6. Cantilever bridges, with cast "in situ" or prefabricated voussoirs. Construction phases and long-term effects.
7. Bridge analysis and design. Loads. Deck, piers and its foundations, and abutements.
8. Bearings. Expansion joints. Energy dissipating devices.
9. Rehabilitation of bridges

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

Considera-se que, pelas reconhecidas especificidades que marcam o projecto, a construção, o comportamento em serviço e a manutenção das pontes, todos os conteúdos programáticos contribuem de forma directa para atingir os 3 objectivos definidos. Assim,

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O1.

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O2.

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O3, embora, neste caso, seja evidente a importância preponderante dos conteúdos programáticos 3, 7, 8 e 9.

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

Due to the recognized specificities that characterize the design, construction, service behaviour and maintenance of bridges, all syllabuses have a direct and important contribution to the achievement of all objectives. Thus,

Syllabuses 1 to 11 aim the achievement of objective O1.

Syllabuses 1 to 11 aim the achievement of objective O2.

Syllabuses 1 to 11 aim the achievement of objective O3, although in this case the major importance of syllabuses 3, 7, 8 and 9 is clear.

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

A leccionação da UC é realizada através de aulas teóricas e teórico-práticas. Os elementos básicos de apoio aos estudantes são os apontamentos da autoria do corpo docente.

Nas aulas teóricas são apresentados de forma sintética os principais conceitos teóricos relativos aos diferentes tipos de pontes.

As aulas teórico-práticas consistem na resolução de um conjunto de problemas tendo por base um viaduto típico. O objectivo é ilustrar os procedimentos a adoptar no desenvolvimento do trabalho prático proposto.

A avaliação consiste num exame escrito (cuja nota mínima é 8 valores) e na realização de um trabalho prático obrigatório (estudo prévio de um viaduto), a concretizar por

grupos de 4 alunos, no máximo. Este trabalho difere de grupo para grupo e é sujeito a discussão pelo corpo docente.

A nota final é obtida pela seguinte fórmula: $0,6 \times \text{EXAME} + 0,2 \times \text{TRABALHO} + 0,2 \times \text{DISCUSSÃO}$

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

The course teaching is done through T and TP lessons. The teaching staff makes it available to the students a set of notes on the topics covered in the lessons.

In T lessons the main theoretical concepts regarding the type of bridges covered are given in abbreviated form.

TP lessons consist of solving a set of problems based in a typical bridge structure. The aim is to illustrate the procedures to be followed in the development by the students of a proposed project work, mandatory for assessment purposes.

The assessment consists of a written exam (minimum grade 8 in a 0-20 scale) and the development of a project work consisting in the preliminary design of a viaduct. The project work must be developed by groups up to 4 students. This work is different from group to group and is subjected to discussion by the teaching staff.

The final grade is calculated by the following formula:

$0.6 \times \text{WRITTEN EXAM} + 0.2 \times \text{PROJECT WORK} + 0.2 \times \text{DISCUSSION}$.

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

AULAS TEÓRICAS

Todos os conteúdos programáticos definidos são abordados de forma necessariamente sintética.

AULAS TEÓRICO-PRÁTICAS

Nas aulas teórico-práticas são detalhados os conteúdos 3 (parcial), 7 e 8. Nessas aulas, e a partir de um viaduto predefinido, realizam-se os seguintes exercícios:

1. Explicação da concepção, no que diz respeito à modulação de vãos e às secções transversais do tabuleiro e dos pilares;
2. Pré-dimensionamento do pré-esforço;
3. Avaliação das acções e seus efeitos, nomeadamente acções permanentes (peso próprio, restantes cargas permanentes, pré-esforço, retracção e fluência), sobrecargas devidas ao tráfego (veículo tipo ou sobrecarga uniforme + sobrecarga linear), variação uniforme de temperatura, variações diferenciais de temperatura, vento e sismos;
4. Combinação dos efeitos das diversas acções;
5. Verificação da segurança para o estado limite de descompressão, nas secções de apoio e meio vão de um tramo corrente do tabuleiro;
6. Verificação da segurança relativamente aos estados limite últimos de resistência, nas secções de apoio e meio vão de um tramo corrente do tabuleiro;
7. Análise sísmica da estrutura na direcção longitudinal, visando a obtenção dos esforços nos pilares;
8. Verificação da segurança dos pilares relativamente aos estados limite últimos de resistência;
9. Dimensionamento de aparelhos de apoio e juntas de dilatação;

Esta sequência de exercícios permite simular os diversos passos de um projecto de uma ponte ou viaduto.

TRABALHO FINAL

O trabalho final, obrigatório para a avaliação, pretende desenvolver as competências adquiridas pelos estudantes nas aulas teórico-práticas. Assim, são apenas fornecidos os condicionamentos relevantes (basicamente topográficos, geotécnicos, hidrográficos e de ocupação dos solos) devendo os estudantes definir o tipo de obra mais apropriado, decidir sobre a modulação dos vãos e escolher as secções do tabuleiro e pilares. O trabalho a apresentar corresponde a um estudo prévio. As peças escritas devem conter, além da memória descritiva e justificativa, cálculos sumários (dimensionamento e verificação da segurança) dos principais elementos estruturais (tabuleiro, pilares, fundações, aparelhos de apoio e juntas). As peças desenhadas a apresentar são:

- 1.Desenhos gerais, contendo planta, alçado e cortes;
- 2.Dimensionamento geral dos encontros;
- 3.Dimensionamento geral do tabuleiro;
- 4.Dimensionamento geral dos pilares e fundações;
- 5.Traçado de pré-esforço;
- 6.Aparelhos de apoio e juntas;
- 7.Processo e faseamento construtivo.

VISITA DE ESTUDO

Faz parte das actividades da UC, sempre que possível, uma visita de estudo onde os estudantes têm oportunidade de contactar com os vários técnicos envolvidos no projecto e construção/reabilitação de obras importantes. Estas visitas permitem ilustrar a aplicação prática de alguns conceitos explicados nas aulas, contribuindo para uma melhor aquisição das competências pretendidas.

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

T LESSONS

All topics in syllabus are covered in an abbreviated form.

TP LESSONS

The topics in syllabuses 3 (partial), 7 and 8 are analysed in detail. Starting with a predefined viaduct structure the following problems are discussed and/or solved:

1. Explanation of the concept design, spans selected and deck and piers-cross-sections adopted;
2. Preliminary definition of prestressing;
3. Actions and actions effects definition, namely concerning dead loads (self weight, dead loads other than self weight, prestress, shrinkage and creep), live loads due to traffic, temperature actions (uniform and diferencial), wind and earthquake actions;
4. Action effects combination;
5. Deck safety checking regarding serviceability limit states, relevant to prestress, namely decompression limit state.
6. Deck safety checking regarding ultimate limit states.
7. Seismic analysis in the longitudinal direction. Forces in the piers.
8. Piers safety checking regarding the ultimate limit states.
9. Design and specification of bearing devices and expansion joints.

This set of problems basically simulates the several steps in bridge design.

The project work is mandatory for assessment purposes and is intended to further increase the skills acquired in the TP lessons. Based on the data concerning relevant constraints (topographic, geotechnic, hydrographic, etc) the students must take decisions about the the type of bridge to design, the span distribution and the typical cross section of the deck and piers. The project must be developed with the typical detail of a preliminary design. Written documents include simplified computations of several structural elements (deck, piers, foundations, bearing devices and expansion joints). The drawings to be presented are the following:

- 1.General drawing (plan, side view and sections);
- 2.Abutments – Geometry;
- 3.Deck – Geometry;
- 4.Piers and foundations – Geometry;
- 5.Prestress layout;
- 6.Bearing devices and expansion joints;
- 7.Construction methods and sequence.

VISIT TO A WORKSITE

The course activities include a visit, whenever possible, to a worksite where the students have the opportunity to meet the designer and the contractor team. The practical application of some topics discussed in the lessons is very well illustrated in these visits, thus contributing to the enhancement of the students skills.

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

1. Apontamentos de apoio, corpo docente.
2. Christian Menn. “Prestressed Concrete Bridges”. Birkhäuser Verlag, Basileia, 1990.
3. Walter Podolny, Jr. and Jean Muller. “Construction and Design of Prestressed Concrete Segmental Bridges”. John Wiley & Sons, New York, 1982.
4. J. A. Calgaro and Michel Virlogeux. “Projet et Construction des Ponts” (2ª Edição - 2 Volumes).Editor: Presses de l’École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1994.
5. René Walther, Bernard Houriet, W. Isler, Pierre Moïa, Jean-François Klein. “Cable Stayed Bridges” (2ª edição). Thomas Telford Ltd, London, 1999.
6. Fritz Leonhardt. “BRIDGES – Aesthetics and Design”. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1982.
7. Leonardo Fernández Troyano. “Tierra Sobre el Agua – Vision Histórica Universal de los Puentes”. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes, Madrid, 1999.
8. Günter Ramberger. “Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges”. IABSE, Zurich, 2002.