

# NCE/14/00487 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**

*Universidade Do Minho*

**A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:**

**A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):**

*Escola De Engenharia (UM)*

**A3. Designação do ciclo de estudos:**

*Engenharia de Estruturas*

**A3. Study programme name:**

*Structural Engineering*

**A4. Grau:**

*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Estruturas*

**A5. Main scientific area of the study programme:**

*Structures*

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

*582*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*<sem resposta>*

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*<sem resposta>*

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

*120*

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

*4 semestres*

**A8. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

*4 semesters*

**A9. Número de vagas proposto:**

25

**A10. Condições específicas de ingresso:**

*Os candidatos deverão possuir a licenciatura (B Sc) em Engenharia Civil ou grau equivalente em outras engenharias ou áreas afins.*

**A10. Specific entry requirements:**

*Applicants must hold the bachelor's degree (B Sc) in Civil Engineering or equivalent degree in related fields.*

## Pergunta A11

---

**Pergunta A11**

**A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

*Não*

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)**

**Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:**

**Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:**

*<sem resposta>*

## A12. Estrutura curricular

---

**Mapa I -**

**A12.1. Ciclo de Estudos:**

*Engenharia de Estruturas*

**A12.1. Study Programme:**

*Structural Engineering*

**A12.2. Grau:**

*Mestre*

**A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

*<sem resposta>*

**A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

*<no answer>*

**A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Estruturas / Structures	Est	55	0
Geotecnia / Geotechnics	Geo	10	0
Engenharia Civil / Civil Engineering	EC	45	10
<b>(3 Items)</b>		<b>110</b>	<b>10</b>

## Perguntas A13 e A16

---

### A13. Regime de funcionamento:

*Diurno*

### A13.1. Se outro, especifique:

*<sem resposta>*

### A13.1. If other, specify:

*<no answer>*

### A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*Universidade do Minho*

### A14. Premises where the study programme will be lectured:

*University of Minho*

### A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

*<sem resposta>*

### A16. Observações:

*O MEE desenrolar-se-á durante 4 semestres, representando um esforço de aprendizagem total de 120 créditos (ECTS). Durante o primeiro ano decorrem de forma contínua 5 UC obrigatórias durante o primeiro semestre e cinco UC obrigatórias durante o segundo. Estas UC constituem a formação básica estruturante do mestrando em Engenharia de Estruturas. Durante o primeiro semestre do segundo ano decorrem 5 UC adicionais, duas das quais serão opcionais e diretamente relacionadas com o perfil de especialização escolhido pelo mestrando. Estas 5 UC completam a formação letiva do mestrando. Em paralelo, e transversalmente a todas as UC, durante todo o primeiro ano e primeiro semestre do segundo ano os alunos desenvolverão um projeto aplicado (Projeto Integrado), cujo tema se enquadrará na linha de especialização escolhida. Nas UC de Projeto Integrado I, II e III dar-se-á ênfase à aplicação prática e holística dos conceitos teóricos assimilados no âmbito de todas as outras UC a problemas muito próximos dos que os mestrandos encontrarão na sua atividade profissional futura, englobando todas as etapas de conceção, análise, dimensionamento e execução. Cada UC representará um esforço de aprendizagem de 5 créditos (ECTS) e cada componente semestral do Projeto Integrado (I, II e III) representará um esforço de aprendizagem de 5 créditos (ECTS). O último semestre (2º ano) será dedicado à preparação e realização dos trabalhos conducentes à defesa da dissertação de Mestrado, equivalendo a um esforço de aprendizagem total de 30 créditos ECTS.*

*Atendendo à vantagem de permitir uma maior flexibilidade do programa formativo e de alargar a sua área de influência geográfica, admite-se a possibilidade de o MEE vir a ser lecionado em diferentes formatos desde um modelo mais convencional, segundo o qual a maior parte das horas letivas são presenciais e de natureza diversa (por exemplo sessões teóricas, teórico-práticas, práticas ou ainda de seminário, para discussão de casos) até modelos de ensino à distância, em que a componente presencial será reduzida. A conclusão com sucesso do programa de Mestrado em Engenharia de Estruturas conferirá ao mestrando o "Grau de Mestre em Engenharia de Estruturas".*

### A16. Observations:

*The SEM programme will comprise 4 semesters, representing a total study effort of 120 credits (ECTS). The first year the training programme will be composed of 5 mandatory Curricular Units (CU) during the first semester and five mandatory CU during the second. These CU represent the structuring component of the training programme. During the first semester of the second year five additional CU will take place, two of which are elective and directly related to the profile of specialization chosen by the trainee. These five CU will complete the class-based formation of the trainee. In parallel, and simultaneously to all CU throughout the first year and first semester of the second year, students will develop an applied project (Integrated Project), whose topic will be defined in close relation to the specialization field selected. The CU Interated Project I, II and III shall give emphasis to practical and holistic application of the concepts and skills acquired within all the other CU to practical problems similar to the ones that students will encounter in their future professional activity, including all stages of the analysis, design and specifications for the construction of structures. Each CU will represent a learning effort of 5 credits (ECTS) and each semiannual component of the Integrated Project (I, II and III) will represent a learning effort of 5 credits (ECTS). The last semester (2nd year) will be dedicated to the preparation and execution of the work that will lead to the defense of the Master's thesis, representing a total learning effort of 30 ECTS.*

*Considering the advantage of allowing greater flexibility of the training program, as well as the intention to extend its geographical influence, it is possible to assume that the SEM programme may adopt alternative*

*formats in the future. These alternative formats may vary from a more conventional model, according to which most of the learning effort is based on contact hours of diverse nature (eg theoretical lessons, practical-theoretical lessons, laboratory sessions or seminars to discuss case-studies) to models based on learning at distance, where the classroom component may be reduced.*  
*The successful completion of the Master's program in Structural Engineering will grant the "Master's Degree in Structural Engineering".*

## Instrução do pedido

### 1. Formalização do pedido

---

#### 1.1. Deliberações

##### Mapa II - Comissão Pedagógica do Senado Académico da Universidade do Minho

###### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Comissão Pedagógica do Senado Académico da Universidade do Minho*

###### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_Delibped\\_28.pdf](#)

##### Mapa II - Conselho Pedagógico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

###### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho*

###### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_Delib\\_CP\\_EE\\_2.pdf](#)

##### Mapa II - Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

###### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho*

###### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_Delib\\_CC\\_EE\\_2.pdf](#)

##### Mapa II - Reitor da Universidade do Minho

###### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Reitor da Universidade do Minho*

###### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_Despacho+RTC-72\\_2014\\_LQ.pdf](#)

#### 1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

#### 1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

**A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.**

*Paulo B. Lourenço, António Gomes Correia e Eduardo B. Pereira.*

## 2. Plano de estudos

---

### Mapa III - - 1º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia de Estruturas*

**2.1. Study Programme:**  
*Structural Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º semestre*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st semester*

### **2.5. Plano de Estudos / Study plan**

<b>Unidade Curricular / Curricular Unit</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Análise de Estruturas / Structural Engineering	Est	semestral/semiannual	140	45TP + 15PL	5	
Estruturas de Betão I / Concrete Structures I	Est	semestral/semiannual	140	45TP + 15PL	5	
Estruturas Metálicas / Steel Structures	Est	semestral/semiannual	140	45TP + 15PL	5	
Fundações / Foundations	Geo	semestral/semiannual	140	45TP + 15PL	5	
BIM para Engenheiros de Estruturas / BIM for Structural Engineers	Est	semestral/semiannual	140	45TP + 15PL	5	
Projeto Integrado I / Integrated Project I	EC	semestral/semiannual	140	25S	5	

**(6 Items)**

### **Mapa III - - 2º semestre**

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia de Estruturas*

**2.1. Study Programme:**  
*Structural Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º semestre*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*2nd semester*

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS /	Observações / Observations (5)
Estruturas Mistas em Aço e Betão / Mixed Concrete-Steel Structures	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Estruturas de Betão II / Concrete Structures II	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Estabilidade de Taludes, Escavações e Estruturas de Contenção / Slope Stability, Excavations and Retaining Structures	Geo	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Estruturas de Alvenaria e de Madeira / Masonry and Timber Structures	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica / Structural Dynamics and Earthquake Engineering	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Projeto Integrado II / Integrated Project II (6 Items)	EC	semestral/semiannual	140	25S	5	

**Mapa III - - 3º semestre**

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia de Estruturas*

**2.1. Study Programme:**  
*Structural Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*<sem resposta>*

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*<no answer>*

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*3º semestre*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*3rd semester*

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS /	Observações / Observations (5)
Reparação e Reforço / Repair and Strengthening	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Pontes / Bridge Design	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Análise Experimental, Inspeção e Monitorização / Experimental Analysis, Inspection and Monitoring	Est	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	
Opcional 1 / Elective 1	EC	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	opcional
Opcional 2 / Elective 2	EC	semestral/semiannual	140	45TP+15PL	5	opcional

## Mapa III - - 4º semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia de Estruturas*

### 2.1. Study Programme:

*Structural Engineering*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*4º semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*4th semester*

### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS /	Observações / Observations (5)
Dissertação final / Final Dissertation (1 Item)	EC	semestral/semiannual	840	7.5OT	30	

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

### 3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

#### 3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*O MEE surge num contexto atual de forte aposta estratégica do Governo na internacionalização do ensino superior, que se refletiu recentemente num conjunto de iniciativas das quais se destaca a publicação do diploma que regula o Estatuto do Estudante Internacional. Esta visão estratégica é partilhada pela Universidade do Minho, que possui um historial consistente de acolhimento de estudantes internacionais ao abrigo de protocolos de intercâmbio e mobilidade, e no âmbito mais vasto de projetos de investigação e colaborações internacionais. Demonstrando a clara aposta na internacionalização da sua oferta formativa, o Concelho Geral da Universidade do Minho aprovou recentemente o Regulamento do Estudante Internacional. O MEE será integralmente lecionado em idioma Inglês e apresentará um programa de estudos exigente e competitivo ao nível global.*

#### 3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

*The SEM programme concurs with the current strong strategic commitment of the Central Government with the internationalization of higher education, recently reflected in a number of initiatives, e.g. the regulation that governs the Statute of the International Student. This strategic vision is shared by the University of Minho, which already has a consistent record of hosting international students under exchange and mobility protocols, as well as in the wider context of research projects and international collaborations. Demonstrating*

*a clear commitment to the internationalization of its educational offer, the General Council of the University of Minho recently approved the Statute of the International Student. The SEM programme will be fully taught in English and will compete globally with a challenging and stimulating studies programme.*

**3.1.2. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:**

*Os mestrandos do MEE deverão desenvolver competências a dois níveis distintos. Ao nível estruturante distingue-se: compreender e analisar problemas estruturais complexos, recorrendo a modelos analíticos, físicos ou numéricos, no sentido de propor soluções alternativas que conduzam a maior sustentabilidade económica, ambiental e social; dimensionar e conceber estruturas baseadas na utilização de todos os materiais e sistemas estruturais existentes, desde os mais convencionais aos mais inovadores; implementar e/ou coordenar todas as fases do Projeto de Estruturas, para construção nova ou para reabilitação. A um nível de especialização e diferenciação, distingue-se: projetar, considerando a avaliação do risco, da segurança e da fiabilidade; promover a sustentabilidade e a eficiência na conceção estrutural, por intermédio da análise e desenho do ciclo de vida e pela adoção de materiais e sistemas inovadores; implementar sistemas inteligentes de monitorização e autocontrolo de estruturas.*

**3.1.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:**

*The students of the SEM programme are expected to develop skills at two distinct levels. At a structuring level: analyse complex structural problems using analytical, numerical or physical propose alternative solutions to a problem while assessing its economic, environmental and social sustainability; design structures based on the use of all existing materials and structural systems, from the most conventional to the most innovative; organise and coordinate all phases of a project for new construction or rehabilitation.*

*At a specialisation level: design structures considering the risk assessment, security and reliability; promote sustainability and efficiency in structural design, through lifecycle assessment and the adoption of innovative materials and systems; implement intelligent monitoring systems and self-responsive strengthening strategies, envisioning the demand for increasing performance of structures.*

**3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:**

*A Universidade do Minho enquadra na sua visão estratégica e define como seus objetivos principais, entre outros, o de “realização de investigação e participação em instituições e eventos científicos, promovendo a busca permanente da excelência, a criatividade como fonte de propostas e soluções inovadoras e diferenciadoras, bem como a procura de respostas aos grandes desafios da sociedade”. Deste modo, posiciona-se claramente como uma Universidade de investigação, que encontra na excelência da investigação o meio para atingir excelência no ensino e na produção de conhecimento e inovação que vá de encontro aos grandes desafios da sociedade.*

*O Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho (DEC-UM) possui um historial relevante na formação exigente de engenheiros civis, sendo uma instituição de referência a nível nacional. O posicionamento do DEC-UM em termos de projetos educativos no panorama das instituições nacionais estabelece-se ao nível dos padrões de qualidade mais exigentes, orientado para a formação de Engenheiros Civis com excelentes competências. O seu corpo docente é altamente qualificado e possui uma vasta experiência de ensino, de investigação, de consultoria e de apoio à sociedade na área da Engenharia Civil. No seu trajeto o DEC tem apostado numa constante melhoria das condições dos espaços físicos afetos a laboratórios pedagógicos e de investigação, proporcionando um suporte sólido a todos os projetos de ensino que promove.*

*O MEE é um projeto de ensino que pretende projetar estas capacidades e competências do Departamento de Engenharia Civil e do Instituto para a Sustentabilidade e Inovação em Engenharia de Estruturas (ISISE), em particular no âmbito da Engenharia de Estruturas, no mercado global, propondo um programa aliciante para os técnicos que aspiram a uma formação altamente qualificada nesta área da Engenharia Civil. O MEE aborda as questões da Engenharia de Estruturas de um ponto de vista clássico ao qual alia, por intermédio dos perfis de especialização, um conjunto de competências adicionais que complementam a formação dos mestrandos em áreas especialmente relevantes para os desafios sociais atuais tais como o desenvolvimento sustentável e a segurança. Este projeto vai também de encontro a uma estratégia de internacionalização e de consolidação do estatuto de instituição de referência no plano internacional, prosseguida pela Universidade do Minho e encarada como fundamental para consolidação do seu projeto e da sua missão.*

**3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:**

*The strategic plan of the University of Minho envisions "conducting research and participating in scientific institutions and events, promoting the ongoing search for excellence, creativity as a source of innovative and differentiated solutions and proposals, as well as the search for answers to the great challenges of society." Thus, the University of Minho clearly positions itself as a research University that seeks excellence in education, in the production of knowledge and innovation that meets the major challenges of society, through research.*

*The Department of Civil Engineering at University of Minho (DEC-UM) has a significant track record in the training of Civil Engineers and is considered a reference institution nationally. In terms of educational projects, the DEC-UM is nationally regarded as an institution, which trains prospective Engineers with the highest quality standards and provides them with excellent skills. The teaching staff is highly qualified and has*



*extensive experience of teaching, research, consultancy and supporting to companies in the field of Civil Engineering. In its course, the DEC-UM has always been committed to a constant improvement of the conditions of teaching and research laboratories, providing a solid support to all education projects that it promotes.*

*The SEM programme is a training project that aims to project internationally these capabilities and competences of the Department of Civil Engineering and the Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering (ISISE), particularly in the context of Structural Engineering, by offering an exciting program for prospective students who aspire to obtain highly qualified training in this area of Civil Engineering. The SEM addresses the issues of Structural Engineering both from a classical point of view and through specialization profiles, with additional skills that complement the training of postgraduate students in specific areas which are relevant to the current societal challenges, such as the sustainable development and the security. This training project also meets the strategy of internationalization and consolidation of a relevant reputation in the international arena, pursued by the University of Minho and regarded as fundamental to enhancing its mission.*

### **3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição**

#### **3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:**

*A Escola de Engenharia da Universidade do Minho, enquanto Unidade Orgânica responsável pelo ensino das Engenharias e das Ciências de Engenharia, apresenta uma abordagem transdisciplinar no ensino-aprendizagem, de forma a assegurar uma formação adequada às exigências do mercado atual. Oferece Mestrados Integrados em áreas fundamentais e aplicadas, algumas delas com caráter marcadamente tecnológico e outras reúnem competências transversais. Em termos de formação pós-graduada, a oferta é diversificada ao nível de cursos de pós-graduação, mestrados e doutoramentos nas várias áreas do conhecimento. O corpo docente e os investigadores integram centros de investigação dinâmicos e internacionalizados, reunindo condições atrativas para jovens que procuram exercer atividade científica. É relevante o reconhecimento da excelência dos seus centros de investigação e da sua produção científica, que contribuem para um ensino de qualidade e de forte visibilidade internacional, tal como corroboram vários rankings mundiais de instituições de ensino superior. De acordo com o "Times Higher Education", a Universidade do Minho figura entre as 100 melhores instituições de ensino superior do mundo com menos de 50 anos de existência.*

*O projeto educativo, científico e cultural da instituição também atribui considerável importância ao "intercâmbio cultural, científico e técnico com instituições e organismos nacionais e estrangeiros, através da mobilidade de estudantes, docentes e pessoal não-docente e não-investigador, do desenvolvimento de programas educacionais e da investigação com base em parcerias, da contribuição para a cooperação internacional, com especial destaque para os países europeus e de língua oficial portuguesa e da construção de um ambiente multilinguístico na Universidade". A internacionalização é, deste modo, um vetor chave na estratégia de desenvolvimento e da missão da Universidade do Minho.*

#### **3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project:**

*The School of Engineering at the University of Minho, as the Organic Unit that is responsible for teaching Engineering and Engineering Sciences, embraces an interdisciplinary approach to teaching and learning, in order to ensure adequate training considering the current market requirements. The training offer includes integrated Master's degrees in fundamental and applied areas, some with an eminently technological character and others meeting various multidisciplinary skills. In terms of postgraduate training the offer is diversified in post-graduate courses, masters and doctoral programmes in various fields of knowledge. The faculty members and the research centres are involved in several dynamic and internationalized research networks, combining attractive conditions for young students who seek to conduct scientific activity, exclusively or as part of their training programme. The reputation of excellence of its research centres and scientific production contribute to the quality of the education and to the significant international impact, as corroborated by various world rankings of higher education institutions. According to the "Times Higher Education", the University of Minho ranks among the top 100 institutions of higher education in the world with less than 50 years of existence. The educational, scientific and cultural project of the institution also attributes considerable importance to the "cultural, scientific and technical exchange with national and foreign institutions and organizations through the mobility of students, teachers and non-teaching and non-researcher staff, the development of educational programs and research-based partnerships, the contribution to international cooperation, with particular emphasis on the European and Portuguese speaking countries, and the promoting of a multilingual environment at the University". Internationalization is, thus, a key vector in the development strategy and mission of the University of Minho.*

#### **3.2.2. Demonstração de que os objetivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projeto educativo, científico e cultural da Instituição:**

*O MEE é um projeto educativo que, na medida em que se volta para o exterior e alarga a sua área de influência geográfica a todo o mundo, assimila integralmente o ímpeto de internacionalização da oferta formativa da Universidade do Minho e de alargamento da sua área de influência geográfica em termos globais. Por outro lado contribui para a criação de um ambiente multicultural e multilinguístico na Universidade, fomentando o*

*intercâmbio e a mobilidade de estudantes. Por outro lado ainda responde à necessidade do mercado global relativamente a profissionais altamente qualificados na área da Engenharia de Estruturas, com um perfil dinâmico e moderno, com uma atitude flexível e adaptável, favorável à adoção de soluções inovadoras e sustentáveis.*

*Os docentes envolvidos no MEE estão integrados como investigadores num centro de investigação de excelência, o ISISE, que é procurado por investigadores internacionais para realizarem investigação e receberem formação. O ISISE, à semelhança de outros centros de investigação localizados na Universidade do Minho, alguns com o estatuto de Laboratório Associado, são caracterizados por um elevado nível de internacionalização e de produção científica, o qual é reconhecido pelo órgão central nos resultados das avaliações realizadas pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Um corpo docente altamente qualificado e envolvido em atividades de investigação reflete-se na qualidade do ensino graduado e pós-graduado que ministra, contribuindo também para criar um ambiente propício à criação de conhecimento, à inovação e ao desenvolvimento de novas soluções que vão de encontro aos desafios sociais atuais. Deste modo este projeto de ensino é compatível com o projeto educativo, científico e cultural da Escola de Engenharia e da Universidade do Minho, na medida em que promove o ensino e a investigação em áreas emergentes e alavanca os recursos humanos altamente qualificados e os recursos físicos e laboratoriais de ensino e investigação existentes.*

### **3.2.2. Demonstration that the study programme's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:**

*The SEM is an educational project that turns outwards and extends its geographic area to a worldwide influence. Thus, it fully assimilates the impetus for internationalization by the University of Minho. On the other hand, it contributes to the creation of a multicultural and multilingual environment at the University, encouraging the exchange and mobility of students. It also meets the need of the global market for highly qualified professionals in the field of Structural Engineering with a dynamic and modern profile, with a flexible and adaptable attitude, favourable to the adoption of innovative and sustainable construction solutions. The faculty members involved in the SEM are also members of ISISE, a research centre of excellence that is selected by many international researchers to conduct research and receive training. The ISISE, like other research centres located at the University of Minho, some with the status of Associate Laboratory, are characterized by a high level of internationalization and scientific production, which is recognized by the periodic assessments conducted by the central administration and international panels supervised by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT). Highly qualified faculty members with intensive involvement in research activities is reflected in the quality of the graduate and post-graduate education programmes offered, and also promote an environment of creativity stimulation, innovation and development of new solutions to meet the current societal challenges.*

*The SEM programme is compatible with the educational, scientific and cultural project of the School of Engineering at the University of Minho, in that it promotes education and research in emerging areas and leverages the highly qualified human resources, physical resources, laboratories and the ongoing research activity of their faculty members.*

## **3.3. Unidades Curriculares**

### **Mapa IV - Análise de Estruturas / Structural Analysis**

#### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Análise de Estruturas / Structural Analysis*

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

*Joaquim António Oliveira de Barros, 30 h*

#### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Salvador José Esteves Dias, 30 h*

#### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Obter conhecimentos sólidos de análise estrutural, com especial enfoque no método dos deslocamentos; modelação estrutural, com especial incidência em edifícios, por recurso a programas de cálculo automático (análise e interpretação de resultados); análise crítica do comportamento de estruturas utilizando programas baseados no método dos elementos finitos (MEF) considerando comportamento linear-elástico para os materiais.*

#### **3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

*Acquire solid knowledge in structural analysis, with special emphasis on the displacement method; structural modeling, with focus on buildings, by using computer programs of structural analysis (analysis and interpretation of results); critical analysis of the behaviour of structures using computer programs based on*

*the finite element method (FEM) assuming linear and elastic behavior for the materials.*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 - Método dos deslocamentos;*
- 2 - Utilização de software de estruturas reticuladas 3D: modelação de edifícios e interpretação crítica de resultados;*
- 3 - Conceitos fundamentais do método dos elementos finitos (MEF);*
- 4 - Utilização de software baseado no MEF: modelação de paredes, estruturas volumétricas, lajes, cascas planas, e sistemas estruturais modelados por diferentes tipos de elementos finitos; interpretação crítica de resultados.*

### **3.3.5. Syllabus:**

- 1- Displacement method;*
- 2- Using software of structural analysis for 3D frame type structures: modelling buildings and critical interpretation of the results;*
- 3- Fundamental concepts of the finite element method (FEM);*
- 4- Using software based on FEM for the modelling and analysis of the following type of structures: walls (considered in plane stress state), volumetric structures (simulated by solid finite elements), 3D shells formed by plane elements (Reissner-Mindlin), modelled by several compatible types of finite elements; critical interpretation of the results.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Aplicar o conceito de rigidez e flexibilidade do ponto de vista estrutural; Determinar os graus de liberdade e os esforços para cada tipo de estrutura reticulada; Compreender a existência de referenciais locais, auxiliares e global no contexto da análise estrutural; Calcular os deslocamentos e os esforços e traçar os diagramas de esforços de estruturas reticuladas por aplicação da formulação matricial do método dos deslocamentos; Utilizar software de análise estrutural na modelação de estruturas e na obtenção e interpretação de resultados correspondentes a estados limites de utilização e últimos de estruturas reticuladas; Modelar a influência de lajes, paredes e caixas de elevador/escadas no quadro do comportamento de uma estrutura simulada com pórtico 3D. Avaliar o efeito de assentamentos de apoio e esquadros de reforço; Determinar a matriz de rigidez, o vetor solicitação e as equações de equilíbrio no quadro do MEF aplicado a estruturas submetidas a estado plano de tensão, de deformação, estruturas axi-simétricas, volumétricas, lajes e cascas planas; Modelar sistemas estruturais compostos por mais do que um tipo distinto de elemento finito; Interpretar, de forma crítica, resultados obtidos com programas baseados no MEF.*

### **3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*Apply the concept of flexibility and stiffness in the structural point-of-view; Determine the degrees of freedom and the internal resultant stresses for each type of frame structures; Understand the necessity of having several types of reference systems in the structural analysis: local, auxiliary and global; Evaluation of the displacements, deformed configurations, internal resultant stresses and the corresponding diagrams, by using the matrix approach of the displacement method; Analysis and interpretation of the results obtained from software applied to the structural analysis of buildings for serviceability and ultimate limit conditions; Modelling the influence of slabs, walls, stiff cores of vertical development (stairway enclosure; elevators) when simulating 3D frame structures; assess the effect of support settlements and the influence of stiffer elements in the behaviour of a structure; determine the stiffness matrix, load vector and equilibrium equations under the framework of the FEM applied to structures submitted to plain strain, plain stress, structures considered in axisymmetric conditions, slabs and plane shells; Modelling structural systems formed by components discretised by different types of finite elements; Critical interpretation of the results obtained by using software based on FEM.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Nas aulas teórico-práticas procede-se à exposição dos conceitos, princípios e teorias, devidamente complementada com a apresentação de exemplos de aplicação. Nas aulas práticas são discutidas as dúvidas dos exercícios e trabalhos. Dois trabalhos por grupo e um teste sumativo. Um dos trabalhos consiste na modelação e análise do comportamento de uma estrutura utilizando software de estruturas reticuladas 3D. O segundo trabalho é dedicado à utilização de software baseado no MEF para modelação e interpretação de resultados de estruturas tipo parede, depósitos, lajes, cascas planas e estruturas volumétricas, bem como combinando mais do que um destes tipos de sistemas estruturais.*

*Para aprovação nesta unidade curricular é necessário, além das exigências ao nível de presenças nas aulas práticas, obter uma nota final igual ou superior a 9.5/20 valores e (cumulativamente) ter atingido a classificação mínima de 8.0 valores no teste sumativo.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*In the theoretical-practical lessons the concepts, principles and theories are provided, and they are applied by*

*solving examples. In the practical lessons the doubts occurred in the execution of exercises and works are treated. Two works per group and an individual test. One of the works consists on the modelling and analysis of a structure by using a computer program for structural analysis of 3D frames. The second is dedicated to the use of software based on the FEM for modelling and interpretation of the results of walls, tanks, slabs, 3D plane shells, volumetric structures (modelled by solid elements), and hybrid type structures (modelled by several types of finite elements).*

*For being approved, besides the necessity of attending the practical lessons, the final classification must be higher or equal to 9.5 in 20, and (cumulatively) a classification that is higher or equal to 8 in 20 in the test must be attained.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos obtenham conhecimentos fundamentais da modelação e análise de estruturas de forma a poderem prosseguir, de forma sustentada, a aquisição de competências nas unidades curriculares relacionadas com o dimensionamento de estruturas, sejam elas de betão armado, metálicas e ou outros materiais, desde que sejam conhecidas as suas propriedades fundamentais. Assim, são ensinados os conceitos fundamentais de análise de estruturas, com especial incidência para os tipos de estruturas reticuladas, graus de liberdade, tipos de esforços que se desenvolvem nas barras e conceitos de flexibilidade e rigidez. O aluno aprende a determinar a matriz de flexibilidade de barra de qualquer tipo de estrutura reticulada, a partir da qual é determinada a correspondente matriz de rigidez utilizada no método dos deslocamentos. Nas aulas práticas os alunos fazem exercícios para aplicar e demonstrar os conhecimentos adquiridos sobre o método dos deslocamentos. Os fundamentos da formulação matricial do método dos deslocamentos são ensinados e os alunos são incentivados a utilizar programas de cálculo automático para a modelação de estruturas porticadas. A modelação da influência de lajes, caixas de elevador e escada, paredes de contraventamento e a interação solo-estrutura é exemplificada no quadro da modelação de estruturas porticadas 3D. Por intermédio de trabalho individual opcional os alunos podem demonstrar as competências adquiridas na modelação estrutural e interpretação dos resultados. Os conceitos fundamentais do MEF são ensinados de forma aos alunos aprenderem a determinação da matriz de rigidez, do vetor solicitação e estabelecer as equações de equilíbrio ao abrigo do MEF. O tipo de elemento finito, as regras de integração, o refinamento e a modelação das condições de apoio e implementação das propriedades dos materiais são tratados no contexto do rigor da simulação. Os alunos utilizam software baseado no FEM na modelação de diferentes tipos de sistemas estruturais e efetuam a análise crítica dos resultados obtidos. Neste contexto será efetuado um trabalho em grupo onde se incentiva a modelação de uma estrutura que exige a utilização de mais do que um tipo distinto de elemento finito, e a análise crítica dos resultados é exigida. O teste permite avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In this UC it is intended that the students obtain fundamental knowledge on the modelling and analysis of structures in order they are able to acquire, in a consistent and solid basis, competences in the UCs related to the design of structures made by any type of material, as long as the relevant properties of the materials are known. Therefore, the fundamental concepts of structural analysis are given, with special emphasis on framed type structures, such is the case of degrees of freedom, type of resultant stresses that occur in bar elements, stiffness and flexibility. The student learn to determine the compliance matrix of any type of bar element, from which the corresponding stiffness matrix is evaluated.*

*In the practical lessons the students solve exercises dedicated to the application of the concepts of the displacement method. The fundamental concepts of the displacement method formulated according to the matrix approach are provided, and the students are encouraged to use computer programs for the simulation and analysis of framed structures. The strategies for considering in the modelling of 3D frame type structures the presence of slabs, stiff cores (like stairway/elevators enclosure) and walls for resisting to lateral loads, are taught. The soil-structure interaction is treated. By individual optional work, the students are encouraged to demonstrate the competences acquired in the structural modelling and in the interpretation of the obtained results*

*The fundamental concepts of FEM are provided in order the students are capable of determining the stiffness matrix, the load vector and the system of equilibrium equations. The selection of the: type of finite element, integration scheme, mesh refinement, simulation of the support conditions, material properties, and their influence on the structural behaviour are treated. By using FEM-based software, several types of structures analyse several types of structures and interpret the obtained results. In this context, in the modality of a work executed in group, the students are encouraged to model a structure where more than one different type of finite element needs to be applied, and execute a critical analysis of the obtained results.*

*The test has the purpose of checking the knowledge acquired by students.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

S.J.E. Dias e J.A.O. Barros, “Exercícios resolvidos de Estruturas I”, Eds. S.J.E. Dias e J.A.O. Barros, ISBN 972-8692-17-X, 170 p, 2004.

J.A.O. Barros, “Método dos deslocamentos”, Ed. J.A.O. Barros, ISBN 972-8692-19-6, 301 pags., Março 2005.

S.J.E. Dias e J.A.O. Barros, “Exercícios resolvidos de Estruturas II”, Eds S.J.E. Dias e J.A.O. Barros, ISBN 972-8692-18-8, 248 p, Março 2005.

*William Weaver, Jr., James M. Gere, "Matrix analysis of framed structures", Van Nostrand Reinhold, 1990.*  
*Ghali and Neville, Jr., "Structural Analysis", Third edition, Ed. Chapman and Hall, 1989.*  
*Barros, J.A.O., "Método dos elementos finitos aplicado a estruturas reticuladas", Relatório técnico 04-DEC/E-25, Dep. Eng<sup>a</sup> Civil, Escola Eng<sup>a</sup>, Universidade do Minho, 180 p., Junho 2004.*  
*Barros J.A.O., "FEM-based formulation for linear analysis of curved shells", Technical Report No. 12-DEC/E-27, University of Minho, 54 pp, November 2012.*  
*Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., The finite element method, Elsevier, 2006.*

## **Mapa IV - Estruturas de Betão I / Concrete Structures I**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Estruturas de Betão I / Concrete Structures I*

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

*Eduardo Nuno Borges Pereira, 30h*

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Miguel Ângelo Dias Azenha, 30h*

### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 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):**

- 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:**

- 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:**

- 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:**

*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:**

*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):**

*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):**

*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:**

*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:

*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:

- 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.

## Mapa IV - Estruturas Metálicas / Steel Structures

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estruturas Metálicas / Steel Structures*

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

*Maria Isabel Brito Valente, 60h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

- *Compreender os conceitos relacionados com o comportamento de estruturas metálicas;*
- *Distinguir e avaliar as vantagens ou desvantagens da utilização de elementos estruturais metálicos em situações reais;*
- *Analisar e dimensionar elementos estruturais metálicos quando inseridos numa estrutura global.*
- *Identificar e distinguir os vários tipos de instabilidade elástica de elementos metálicos;*
- *Analisar e dimensionar componentes de estruturas metálicas tais como, vigas, pilares, tirantes, etc. contabilizando o efeito combinado dos vários tipos de esforços actuantes e das instabilidades que podem ocorrer;*
- *Entender e aplicar as principais disposições e modelos regulamentares referentes à análise, dimensionamento e pormenorização de estruturas metálicas;*
- *Calcular ligações metálicas soldadas e aparafusadas;*
- *Projectar estruturas metálicas correntes.*

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

- *To understand the basic principles related to the behavior of steel structures;*
- *To distinguish and evaluate the advantages and disadvantages on the use of steel elements in real situations;*
- *To analyze and design steel elements when included in a global structure;*
- *To identify the various types of elastic instability that may occur in metallic elements;*
- *To analyze and design steel structural elements, as beams, columns, ties, etc, taking into account the combined effect of axial, flexural, shear or torsional stresses, and possible buckling effects,*
- *To understand and apply the principal Eurocode dispositions and Eurocode models on the analysis, design and detailing of steel structures;*
- *To design steel bolted connections and steel welded connections;*
- *To design and detail current steel structures.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*O conteúdo programático está dividido em temas principais, conforme se apresenta de seguida:*

- *Estruturas de aço: evolução histórica e bases de cálculo;*
- *Introdução ao Eurocódigo 3;*
- *Classificação de secções metálicas;*
- *Dimensionamento e verificações de segurança de secções metálicas: estados limite últimos e estados limite de utilização.*
- *Análise estrutural: modelação estrutural, análise global e imperfeições;*
- *Instabilidade elástica: encurvadura, encurvadura lateral e enfunamento;*
- *Cálculo da secção efectiva de secções de classe 4;*
- *Ligações metálicas aparafusadas e soldadas: componentes de uma ligação; análise e dimensionamento.*
- *Estudo de algumas ligações em edifícios: emendas em vigas e pilares; ligações em treliças; ligações viga-pilar e bases de colunas;*
- *Aplicações: Estruturas reticuladas e pavilhões industriais.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The syllabus is divided in main chapters, as presented in the following:*

- *Steel structures: historical evolution and design basis;*
- *Introduction to Eurocode 3;*
- *Classification of steel cross sections;*
- *Design and safety assessment of steel structures: ultimate limit states and serviceability limit states;*
- *Structural analysis: structural models, global analysis and imperfections;*
- *Linear instability: buckling, lateral torsional buckling and shear buckling;*
- *Analysis of class 4 cross sections: compression and bending;*
- *Welded and bolted connections: identification and analysis of components. Study and analysis of current steel connections, commonly used in industrial and commercial buildings. Connections between different steel elements (beam- column connections, truss connections, column-foundation connections, etc);*
- *Real structures: analysis of an industrial building.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Na unidade curricular pretende-se transmitir ao estudante um conjunto de conceitos, modelos e instrumentos relativos à compreensão e à avaliação do comportamento de estruturas metálicas correntes. Estes conceitos, modelos e instrumentos são apresentados de forma teórica e também através de concretizações práticas, com recurso frequente a estudos de caso e exercícios, com o objectivo que o aluno atinja a uma melhor compreensão de todas questões relacionadas com a concepção, o dimensionamento e a verificação de segurança de estruturas metálicas.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The main objectives of the course are that the students understand the main concepts, models and instruments concerning the structural behavior and the design of current steel structures. These main concepts, models and instruments are presented with a practical view, together with case studies and exercises that are proposed to the student in every class, allowing a better understanding of all the issues related to the conception, design, and safety assessment of steel structures.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Desta UC fazem parte aulas teórico-práticas (TP) e aulas de prática laboratorial (PL).*

*Nas aulas TP são apresentados e discutidos os conceitos teóricos e abordam-se exemplos práticos com eles relacionados.*

*Os trabalhos práticos referidos são propostos e discutidos nas aulas teórico-práticas e são depois desenvolvidos pelos alunos nas aulas PL e restante horário da tarde. No total, são propostos seis trabalhos práticos: classificação de secções transversais (1), verificação de segurança de secções metálicas (2), análise global e cálculo de esforços em pórticos metálicos (3), avaliação de efeitos de instabilidade em elementos metálicos (4), cálculo da secções efectivas de classe 4 (5) e e dimensionamento de ligações metálicas (6). A presente UC funciona em regime de avaliação periódica. Os instrumentos utilizados para a avaliação são um teste escrito que vale 55% da nota final e os seis trabalhos práticos, que valem cada um 7.5% da nota final.*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*This course includes theoretical and practical classes (TP) and laboratory practice classes (PL).*

*In TP classes, the teacher presents and discusses theoretical concepts and then proposes practical examples related to the discussed contents. In PL classes, the teacher proposes the practical assignments and discuss them with the students.*

*In total, six practical assignments are proposed: classification of cross-sections (1), safety assessment of metal sections (2), analysis and calculation of global stresses in steel frames (3), assessment of effects of instability in metallic elements (4), calculation of the effective cross section of class 4 elements (5) and design*



*of steel connections (6).*

*This UC operates under a periodic evaluation. The instruments used for the evaluation are a written test that is worth 55% of the final grade and six practical assignments, each worth 7.5% of the final grade.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Nas aulas teórico-práticas (TP) procura-se que o aluno compreenda as questões fundamentais relacionadas com os conteúdos incluídos no programa da UC. São também discutidos exemplos práticos e casos de estudo.*

*Nas aulas PL e restante horário de trabalho individual, os estudantes desenvolvem um conjunto de atividades que permitem consolidar os conhecimentos através da resolução de vários trabalhos propostos.*

*No conjunto das várias atividades letivas procura-se que os estudantes sejam capazes de resolver problemas de análise e verificação estrutural de: secções transversais metálicas, elementos estruturais metálicos e ligações entre elementos metálicos. Estes exemplos são definidos a partir de casos reais.*

*Desta forma, os alunos devem alcançar as competências previstas:*

- capacidade de analisar estruturas metálicas existentes e proceder à sua verificação de segurança;*
- capacidade para conceber e dimensionar estruturas metálicas novas.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In theoretical and practical classes (TP), it is intended that the student understands the key issues related to the contents included in the course program. Practical examples and case studies are discussed.*

*In PL classes and rest of scheduled individual work, the students should develop a set of activities in order to give answer to the practical assignments proposed and to consolidate the knowledge.*

*Altogether the various activities are proposed so that the students are able to solve problems of structural analysis and safety verification of steel cross sections, steel structural elements and connections between metallic elements. These practical examples and the assignments proposed are based on real cases.*

*Thus, students must attain the following competences listed:*

- Ability to analyze existing metal structures and develop their safety verification;*
- Ability to conceive and design new metallic structures.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- Luís S. Silva, Rui Simões & Helena Gervásio, Design of Steel Structures. ECCS, 2010.*
- EN 1990: 2004. Eurocode 0: Basis for structural design. European Committee for Standardisation, Brussels.*
- EN 1993-1-1: 2004. Eurocode 3, Design of Steel Structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardisation, Brussels.*
- EN 1993-1-5: 2004. Eurocode 3, Design of Steel Structures. Part 1-5: Plated structural elements. European Committee for Standardisation, Brussels*
- EN 1993-1-8: 2004. Eurocode 3, Design of Steel Structures. Part 1-8: Design of joints. European Committee for Standardisation, Brussels.*

## **Mapa IV - Fundações / Foundations**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Fundações / Foundations*

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

*António Gomes Correia, 30h*

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Tiago Miranda, 30h*

### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*a) Uma visão global da conceção dos diferentes tipos de fundações.*

*b) Conhecimento sobre a regulamentação europeia de caracterização geotécnica e de dimensionamento geotécnico, específica para as fundações.*

*c) Compreender e aplicar os conhecimentos teóricos e regulamentares na análise e dimensionamento de fundações.*

*d) Compreender e saber efetuar a modelação numérica de problemas de interação solo-estrutura.*

*e) Aplicar métodos de cálculo ao dimensionamento de microestacas.*

*f) Capacidade de exposição escrita e oral.*

### **3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

- a) *Global vision of the design of different types of foundations*
- b) *Knowledge on European regulation for geotechnical characterization and design, specific for foundations.*
- c) *Understand and apply theoretical and regulation knowledge on foundation analysis and design.*
- d) *Understand and perform numerical modeling in problems of soil-structure interaction.*
- e) *Apply calculation methods to the design of micropiles.*
- f) *Writing and speaking ability.*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Maçços Rochosos: Métodos numéricos em geotecnia. Referência a software para modelação de obras geotécnicas (Phases). Características das fundações rochosas. Estruturas geológicas. Resistência e deformabilidade dos maciços rochosos. Aplicação generalizada de sistemas empíricos. Estabilidade de fundações. Fundações de barragens.*

*Maçços Terrosos: Eurocódigo 7-Dimensionamento geotécnico; Avaliação das características de resistência e deformabilidade dos terrenos; Fundações superficiais: Critérios de dimensionamento, estado limite último, estado limite de utilização, dimensionamento, patologias e medidas de mitigação; Dimensionamento de ensoleiramentos gerais; Fundações por estacas sob ações verticais e/ou horizontais: Critérios de dimensionamento, estado limite último, estado limite de utilização, tecnologias, dimensionamento, ensaios de estacas, patologias associadas às estacas; Fundações de pavimentos e vias férreas e de obras marítimas; Critérios para o dimensionamento de microestacas*

### **3.3.5. Syllabus:**

*Foundations on Rock Masses:*

*Numerical methods in geotechnics. Reference to software to model geotechnical works (Phases). Characteristics of rock foundations. Geological structures. Strength and deformability of rock masses. Generalized application of empirical systems. Foundations stability. Dams foundations.*

*Foundations on Soil Masses:*

*Eurocode 7 - Geotechnical Design; Evaluation of deformability and strength characteristics of soils; Shallow foundations: Design Criteria, Ultimate Limit Conditions, Service Limit Criteria, Slab Design and Calculation, Foundation Shafts Design and Calculation, Structural Calculation of Foundation Elements, Pathology of Foundation and Underpinnings; Roadways and Maritime Construction Foundations; Pile foundations under axial and/or horizontal actions: Introduction to Pile Design, Ultimate Limit Conditions, Technologies, Pile Design, Pile Load Test; Pathology Associated with Piles; Criteria for the Design of Micropiles.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos incluem a conceção, a análise e o dimensionamento de fundações integrando diferentes tipos de tecnologias para diferentes condições do terreno e de ações das superestruturas. Só através de uma adequada caracterização dos terrenos e respetiva modelação será possível simular corretamente os problemas de interação solo-estrutura e assim interpretar as observações e levantamentos efetuados sobre essas estruturas, nomeadamente as relativas a ensaios de carga. Este conhecimento é complementado pela aplicação a casos de estudo o que permitirá uma visão integrada do uso de todas as ferramentas de aprendizagem.*

### **3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The syllabus includes the conception, analysis, design and reinforcement of foundations, integrating different types of technologies for different ground conditions. Through a proper characterization of the ground and evaluation of loads transfer from the super-structure to the foundation it is possible to model and design correctly the type of foundation and thus to interpret the observations carried out on field tests. This knowledge is complemented by the application to case studies, which allow to an integrated vision of all the learned tools.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A metodologia de ensino da UC é baseada em aulas teórico-práticas com suporte áudio visual e multimédia, principalmente para a ilustração de casos de estudo. Além disso há um importante envolvimento dos alunos na participação de resolução de problemas práticos e de apresentações orais.*

*Avaliação ao longo do semestre através de dois testes sumativos, cada um composto por parte teórica e parte prática, e exposição escrita e oral de dois trabalhos de grupo a realizar nas aulas.*

*Os alunos que não obtiverem aprovação ao longo do semestre terão de efectuar um exame final com parte teórica e parte prática.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The teaching methodology is based in theoretical and practical classes with audio visual and multimedia support, mainly to illustrate case studies. There is also an important involvement of students in participating in practical problem resolution and oral presentation.*

*Assessment is made throughout the semester through two tests, each composed by a theoretical part and a practical part, and written and oral presentation of two group projects to be developed in classes. Students which are not approved during the semester will have to complete a final exam with a theoretical part and a practical part.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino da UC é baseada em aulas teórico-práticas com suporte áudio visual e multimédia, principalmente para a ilustração de casos de estudo. Além disso há um importante envolvimento dos alunos na participação de resolução de problemas práticos e de apresentações orais.*

*Avaliação ao longo do semestre através de dois testes sumativos, cada um composto por parte teórica e parte prática, e exposição escrita e oral de dois trabalhos de grupo a realizar nas aulas.*

*Os alunos que não obtiverem aprovação ao longo do semestre terão de efectuar um exame final com parte teórica e parte prática.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology is based in theoretical and practical classes with audio visual and multimedia support, mainly to illustrate case studies. There is also an important involvement of students in participating in practical problem resolution and oral presentation.*

*Assessment is made throughout the semester through two tests, each composed by a theoretical part and a practical part, and written and oral presentation of two group projects to be developed in classes.*

*Students which are not approved during the semester will have to complete a final exam with a theoretical part and a practical part.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- EN 1997-1:2004 Eurocode 7 - Geotechnical design – General rules.
- EN 1997-2:2007 Eurocode 7 - Geotechnical design - Ground investigation and testing.
- PrEN 14199 – Micropiles
- Wyllie, D. Foundations on Rock, E & FN SPON, 2nd Edition, 1999.
- Foundation Engineering Handbook, 2nd ed., New York, Van Nostrand Reinhold, 1991.
- Poulos, M. G. e Davis, E. H., Pile Foundation Analysis and Design, Florida, 1990.
- Frank, R. et al., Designer's Guide to EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical Design – General Rules, Thomas Telford, 2004.
- Selig, E.T.; Waters, J.M. Track Geotechnology and Substructure Management. Thomas Telford, 01/01/1994 - 446 páginas.
- Gomes Correia, A. Geotechnics in Pavement and Railway Design and Construction (Gomes Correia & Loizos, Eds), MillPress, Rotterdam, Netherlands.
- Teixeira, A. Reliability and Cost Models of Axial Pile Foundations, PhD thesis, University of Minho, 2012.

**Mapa IV - BIM para Engenheiros de Estruturas / BIM for Structural Engineers**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*BIM para Engenheiros de Estruturas / BIM for Structural Engineers*

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

*Miguel Ângelo Dias Azenha, 60h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*No contexto desta unidade curricular, identificam-se os seguintes objetivos de aprendizagem:*

- Compreender o conceito de BIM e os conceitos associados de IFC, IDM, MVD, IPD, 4D, 5D, 6D, BimWash;
- Saber identificar as vantagens de utilização de práticas BIM;
- Conhecer as atuais entidades que emitem recomendações internacionais e o contexto nacional BIM;
- Noção da forma como o BIM pode ser implementável na indústria AEC, com conhecimento das limitações e potencialidades inerentes ao estado atual do mercado, da regulamentação e da tecnologia;
- Ser capaz de aplicar software BIM para realização de modelo da especialidade de Estruturas, com capacidade de interoperabilidade com as restantes entidades envolvidas em projeto.

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

*In the context of this curricular unit, the following learning outcomes are identified:*

- *Understand the concept of BIM and the associated concepts of IFC, IDM, MVD, IPD, 4D, 5D, 6D, BimWash;*
- *Be able to identify the advantages of using BIM techniques;*
- *Know the entities that are currently issuing international BIM recommendations, as well as the Portuguese reality in this concern;*
- *Understand how BIM can be implemented in the AEC industry, with knowledge of its limitations and potentialities inherent to the current state of the market, regulations and technology;*
- *Be able to apply BIM software for the modelling of a structure, together with the interoperability capacity with the other entities involved in design.*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- *BIM: Definição e enquadramento histórico;*
- *Instituições e entidades reguladoras de referência;*
- *Taxonomia / terminologia ;*
- *Conceito “LOD – Level of Detail”;*
- *Interoperabilidade e formato IFC; Model View Definitions;*
- *Information Delivery Manual; Integrated Project Delivery;*
- *Aplicações de modelação, análise e visualização; gestão de incompatibilidades;*
- *Modelação paramétrica e estratégias de integração de softwares;*
- *BIM na Arquitetura; Exemplos práticos;*
- *BIM no projeto de especialidades; Exemplos práticos;*
- *BIM na Construção (planeamento e controlo (4D) e orçamento e controlo (5D)) e na manutenção (BIMFM).*

### **3.3.5. Syllabus:**

- *BIM: Definition and recent developments*
- *Entities that are issuing regulations and recommendations;*
- *Taxonomy / terminology*
- *Concept of LOD – Level of Detail*
- *Interoperability and IFC format; Model View Definitions;*
- *Information Delivery Manual; Integrated Project Delivery;*
- *Software for modelling, analysis and visualization; clash detection/management;*
- *Parametric modelling and strategies for software integration;*
- *BIM in Architecture; practical examples;*
- *BIM in specialty design; practical examples;*
- *BIM in Construction (planning and control – 4D – Costs – 5D – and maintenance - BIMFM*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Na unidade curricular pretende-se transmitir ao estudante um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas relacionadas com a aplicação de metodologias BIM no contexto do Engenheiro de Estruturas e seu envolvimento na indústria da construção. O programa apresenta estes conceitos, métodos e ferramentas de forma teórica e através de concretizações práticas, com recurso frequente a casos de estudo e exercícios académicos, levando a uma melhor compreensão das matérias em estudo. Releva-se que a aprendizagem prática será efetuada com base em projeto (i.e. “project-based learning”), com atribuição de tarefas aos alunos a realizar em grupo quer no período prático da aula, quer no período de estudo entre aulas consecutivas.*

### **3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:**

*It is intended to provide the student with a set of concepts, methods and tools related to the application of BIM methodologies in the context of Structural Engineering and its involvement in the construction industry. The Syllabus forwards such concepts, methods and tools in expository fashion, and also through practical examples, with frequent description of case-studies, leaving to a better understanding of the matters at study. It is remarked that the practical lessons will be taught with ‘project-based learning’ techniques, with challenges being given to students that should be handled in groups, both during the contact hours and out of such scope.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A Unidade Curricular funciona por sinergia de apresentação de conceitos teóricos e sua aplicação na parte prática das horas de contacto. Em cada aula serão dadas tarefas aos alunos no sentido de exercitarem e expandirem os conceitos inicialmente apresentados na parte expositiva da aula. A parte prática da aula ocorrerá com agrupamento dos alunos em conjuntos de 3-4 alunos, apoiados por computador com acesso à internet e software BIM instalado (instalação decorrerá na primeira aula). Como resultado dos trabalhos práticos realizados nas aulas e fora delas, os alunos deverão elaborar relatórios que serão usados como instrumento de avaliação.*

*A Unidade Curricular funciona em regime de avaliação contínua. Os instrumentos utilizados para a avaliação da aprendizagem são os seguintes:*

- *Comportamento e atitudes demonstradas durante as aulas por parte do aluno;*

- Relatório final do trabalho de grupo e respetiva apresentação/discussão final;
- Auto-avaliação.

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The curricular unit operates in synergy between the presentation of theoretical concepts and their application during practical lessons. Students shall receive assignments in all classes, as to exercise and even expand the concepts forwarded by the teaching staff in theoretical lessons. The practical lessons take place with groups of 3-4 students, supported by a computer with internet-access and BIM software installed (during the 1st class). As a result of the practical assignments made by the students, they should present reports that will be used as evaluation instruments.*

*The curricular unit operates in a regime of continuous evaluation/assessment. The instruments for evaluation are:*

- Behaviour and attitude of students during classes;
- Final report of the group assignment and respective presentation/discussion;
- Self-assessment.

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nas aulas 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/métodos/conceitos são frequentemente apresentados e discutidos exemplos práticos e casos de estudo proporcionando ao estudante a oportunidade para participar ativamente no processo de aprendizagem. As aulas também têm uma componente prática a onde o estudante exercita as teorias/métodos/conceitos através da resposta a desafios práticos colocados pelos docentes.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*Classes follow a dynamic teaching methodology that allows the student to understand the fundamental issues related to the topics forwarded in the syllabus. Beyond the presentation of theories, methods and concepts, there will be a systematic presentation of illustrative examples and case studies, giving the student the opportunity to actively participate in the learning process. The classes also comprise a practical component in which the student will exercise the theories/methods/concepts through response to practical challenges posed by the teaching staff.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- Azenha et al. (2014) "Supporting material to the Curricular Unit"
- Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Liston K (2011) "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors – 2nd Edition", John Wiley & Sons, 544 pp
- Lino J, Azenha M, Lourenço P (2012) "Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas", artigo publicado no Encontro Nacional de Betão Estrutural 2012, Porto
- McGraw Hill, 2010, "The Business Value of BIM in Europe", SmartMarket Report
- Martins, João (2009) "Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos", Tese PhD, FEUP, Porto
- Wiki Gequaltec, 2011, (<http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=BIM>)
- buildingSMART, (2014), (<http://www.buildingsmart.org/>)
- COBIM - Common BIM Requirements 2012
- BIMFORUM Portugal, 2012, ([www.bimforum.com.pt](http://www.bimforum.com.pt))

## Mapa IV - Projeto Integrado I / Integrated Project I

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Projeto Integrado I / Integrated Project I*

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

*Eduardo Nuno Borges Pereira, 25h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Gomes Correia, Daniel Vitorino Castro Oliveira, Graça Fátima Moreira Vasconcelos, Joaquim António Oliveira Barros, Jorge Manuel Gonçalves Branco, José António Campos e Matos, José Luís Ferreira Silva Ramos, José Manuel Sena Cruz, Maria Isabel Brito Valente, Miguel Ângelo Dias Azenha, Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, Salvador José Esteves Dias, Tiago Filipe Silva Miranda. (15h de contacto para cada docente / 15h contact for each teacher).*

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

*Integrar e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.*

*Realizar um projeto de estruturas de uma determinada tipologia (construção nova, reabilitação ou reforço estrutural): conceção, análise, dimensionamento, pormenorização e especificações.*

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

*Integrate and consolidate the skills acquired during the first semester of the program. Deliver the project of a certain structure, such as a new construction or the rehabilitation or strengthening of an existing construction, including: conception, analysis, design, detailing and specifications.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Os conteúdos programáticos são baseados no projeto integrado selecionado pelo aluno e supervisionado por um docente ou grupo de docentes e abrangem: conceção, análise, dimensionamento, pormenorização e especificações.*

**3.3.5. Syllabus:**

*The contents of the curricular unit are based on the integrated project selected by the student and supervised by one or more teachers, and include: conception, analysis, design, detailing and specifications.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Nesta unidade curricular o estudante tem contato com um caso de estudo e a oportunidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso através da realização de um projeto de estruturas.*

**3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*During this curricular unit the student is challenged to apply the skills acquired in the other curricular units to a practical case. The practical case will essentially consist on the development of a project based on the design of a structure.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A unidade curricular, que decorrerá ao longo do primeiro semestre do primeiro ano do curso, incidirá na realização de um projeto de estruturas. Os alunos desenvolvem trabalho individual com supervisão de um docente ou grupo de docentes. A unidade curricular será avaliada por intermédio do relatório final do projeto de estruturas realizado e da apresentação oral do mesmo.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The curricular unit will occur during the first semester and will entail the development of the initial stages of a design project of a structure. The project will be developed individually by each student under the guidance of one or more teachers. The assessment will be based on a final report and oral discussion on the design project developed.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular desenrola-se segundo um modelo de aprendizagem específico, em que é proposto o desenvolvimento de um projeto integrado num caso de estudo de modo a treinar os alunos no projeto de estruturas. Este tipo de metodologia permite ao aluno desenvolver a sua capacidade para interligar e aplicar conhecimentos e permite treinar a aplicação prática dos conhecimentos e procura de soluções.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The curricular unit will adopt a specific learning model, consisting on the development of an integrated project based on case studies on the design of structures. This type of learning model aims at developing the skills of the student on relating and applying the acquired knowledge to practical problems and on the search for optimized structural solutions.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A pesquisa de informação e bibliografia relevante para o desenvolvimento do projeto deverá ser desenvolvida pelo aluno sob supervisão dos docentes. / The main bibliography will result from the literature review conducted by the student under the supervision of the teachers and considering the topic of their project.*

## Mapa IV - Estabilidade de Taludes, Escavações e Est. de Contenção / Slope Stability, Excav. and Retaining Str.

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estabilidade de Taludes, Escavações e Est. de Contenção / Slope Stability, Excav. and Retaining Str.*

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

*Tiago Filipe da Silva Miranda, 60h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Compreender e saber aplicar os diferentes métodos de avaliação da estabilidade de taludes em solos e rochas. Identificar os diferentes modos de rotura em taludes e aplicar a metodologia adequada a cada um deles. Interpretar os resultados da aplicação de metodologias analíticas e numéricas na avaliação da estabilidade de taludes. Compreender os métodos de análise de estabilidade de escavações e de diferentes tipologias de estruturas de suporte. Desenvolver competências de cálculo avançado de análise de estabilidade e projeto destas diferentes estruturas.*

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

*Understand and know how to apply the different methods of assessment of slope stability in soils and rocks. Identify the different failure modes in embankments and apply the appropriate methodology to each one of them. Interpret the results of the application of analytical and numerical methods in the evaluation of slope stability. Understand the methods of stability analysis of excavations and different types of support structures. Develop skills of advanced stability analysis calculations and design of these different structures.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução ao Eurocódigo 7 (EC7). Estabilidade de taludes. Avaliação da estabilidade de taludes em rochas e solos. Métodos de equilíbrio limite e numéricos. Métodos probabilísticos. Técnicas de estabilização de taludes. Utilização de software para análises de estabilidade. Impulsos de Terras: Teoria de Rankine e Coulomb. Muros de gravidade. Estados limites últimos e verificação da segurança. Impulsos sob condições sísmicas. Cortinas autoportantes. Estruturas de suporte flexíveis. Critérios de segurança e métodos de cálculo. Cortinas mono-escoradas e mono-ancoradas. Método de Rowe. Cortinas apoiadas em vários níveis de escoras. Cálculo dos esforços no escoramento e na cortina. Cortinas apoiadas em vários níveis de ancoragens: cortinas de estacas-pranchas, paredes moldadas e "Tipo Berlim". Cálculo dos esforços nas ancoragens e na cortina. Estabilidade externa de estruturas de suporte flexíveis: estabilidade do fundo da escavação. Escavações em argilas e areias. Método de Kranz.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction to Eurocode 7 (EC7). Slope stability. Evaluation of slope stability in rocks and soils. Limit equilibrium and numerical methods. Probabilistic methods. Slope stabilization techniques. Use of software for stability analysis. Stresses transmitted by soils: Rankine and Coulomb theories. Gravity walls. Ultimate limit states and safety check. Stresses transmitted by the soils under seismic conditions. Freestanding walls. Flexible support structures. Safety criteria and calculation methods. Mono anchored walls. Rowe method. Walls supported with various levels of anchors. Stress calculation in the anchors and wall. Walls supported at various levels of anchors: sheet piles, diaphragm walls and "Berlin". Stress calculations in anchors and wall. External stability of flexible retaining structures: stability of the bottom of the excavation. Excavations in clays and sands. Kranz method.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nesta unidade curricular pretende-se transmitir ao estudante um conjunto de conceitos, modelos e instrumentos relativos à análise avançada de estruturas geotécnicas, nomeadamente taludes, escavações e estruturas de suporte, no sentido dos alunos adquirirem competências ao nível do projeto destas obras geotécnicas. O programa apresenta estes conceitos, modelos e instrumentos de forma teórica e através de concretizações práticas, com recurso frequente a estudos de casos, exercícios e utilização de software, levando a uma melhor compreensão dos mecanismos e comportamentos dos maciços rochosos e dos solos e da forma como eles influenciam o comportamento das obras geotécnicas.*

*Para a obtenção de capacidade de análise de estabilidade de taludes serão abordados os diferentes tipos de taludes, maciços e modos de rotura com a especificação dos métodos mais adequados para analisar cada um dos casos.*

*No âmbito das escavações e obras de suporte serão explicitadas as diferentes tipologias existentes e apresentadas as metodologias de cálculo analíticas e numéricas com recurso a exemplos práticos.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*This course is intended to convey to the student a set of concepts, models and tools related to advanced analysis of geotechnical structures such as embankments, excavations and retaining structures, in order that the students acquire design skills related to geotechnical works. The program presents these concepts, models and tools theoretically and through practical applications, frequently with case studies, exercises and use of software, leading to a better understanding of the mechanisms and behavior of rocks and soils and way how they influence the behavior of geotechnical works.*

*To obtain skills in the subject of slope stability analysis different types of slopes and failure modes will be addressed specifying the most appropriate approach analyze each case.*

*In the scope of excavations and support works the different typologies will be explained and presented and analytical and numerical calculation methodologies will be presented using practical examples.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nas aulas teórico-práticas são introduzidos conceitos relativos a cada matéria utilizando, fundamentalmente, o método expositivo com recurso a vários exemplos práticos e discussão ativa dos conteúdos com os alunos. Nestas aulas os alunos terão também de resolver um conjunto de exercícios. Nas aulas pratico-laboratoriais os alunos realizam um trabalho de modelação numérica de uma estrutura geotécnica para avaliação da estabilidade levado a cabo em grupos. Os exercícios e os trabalhos são resolvidos pelos alunos com o apoio ativo do docente. Os instrumentos utilizados para a avaliação da aprendizagem são os seguintes: 1 teste escrito com parte teórica e parte prática, 1 trabalho prático. O teste vale 60% e o trabalho prático 40% da nota final. O teste, composto por uma parte teórica e uma parte prática que vale 10 valores cada uma, tem uma nota mínima de 4 valores a cada uma das partes.*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*In the theoretical-practical courses the concepts of each subject are introduced using fundamentally the expository method with a set of practical examples and active discussion of the contents with the students. In these classes students will also have to solve a set of exercises. In practical-laboratorial classes students perform numerical modeling work related to geotechnical stability assessment which is carried out in groups. The exercises and works are solved by the students with the active support of the Professor. The instruments used for the learning assessment are as follows: one written test with theoretical and practical parts and one practical work. The test correspond to 60% of the final grade while the practical work 40%. The test consists of a theoretical part and a practical part worth 10 values each, with a minimum grade of 4 values in each part.*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nas aulas teórico-práticas é adoptada 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. São também resolvidos um conjunto de exercícios para aplicação prática dos conceitos teóricos.*

*Nas aulas pratico-laboratoriais os estudantes desenvolvem um conjunto de atividades que permitem consolidar os conhecimentos através da realização de um trabalho com recurso a software, sendo que pontualmente a procura do saber resulta de pesquisa que se é também um elemento fundamental.*

*No conjunto das atividades lectivas procura-se que os estudantes sejam capazes de realizar um conjunto de atividades:- apreender os conceitos teóricos relativos à estabilidade de taludes, escavações e obras de suporte;*

*- realizar um conjunto de exercícios práticos de aplicação dos conceitos teóricos;*

*- realizar um trabalho prático de avaliação da estabilidade de uma estrutura geotécnica.*

*Estas atividades permitirão o desenvolvimento das competências previstas no programa com especial enfoque no cálculo avançado de análise de estabilidade e projeto destas diferentes estruturas.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*In the theoretical-practical courses a dynamic teaching methodology is adopted that allows the student to understand the key issues related to the themes present in the program. Besides the presentation of theories/models/concepts practical examples and case studies are often presented and discussed providing the students the opportunity to actively participate in the learning process. A set of exercises are also solved for practical application of the theoretical concepts.*

*In the practical-laboratorial classes students develop a set of activities that enable the consolidation of knowledge by conducting a work using software, and sometimes the search for knowledge results is based on research that is also a key element.*

*In the courses it is intended that the students are able to carry out a set of activities:*

*- learn the theoretical concepts related to slope stability, excavations and support construction;*

*- carry out a number of practical exercises to apply the theoretical concepts;*

*- carry out a practical work related to the assessment of the geotechnical stability of a structure.*

*These activities will enable the development of the skills as predicted in the program with special focus on advanced stability analysis calculations and design of these different structures.*



### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Wyllie, D., Foundations on Rock, E & FN SPON, 2nd Edition, 1999.*  
*Bowles, J. E., Foundation Analysis and Design, 5th ed., McGraw-Hill, 1996*  
*Fang, H. Y., Foundation Engineering Handbook, 2nd ed., New York, Van Nostrand Reinhold, 1991.*  
*Poulos, H. G. and Davis, E. H., Elastic Solutions for Soil and Rock Mechanics, Centre for Geotechnical Research, University of Sidney, 1991.*

## Mapa IV - Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica / Structural Dynamics and Earthquake Engineering

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica / Structural Dynamics and Earthquake Engineering*

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

*Daniel Vitorino de Castro Oliveira, 60 h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Compreender o fenómeno sísmico e identificar as principais características dos sismos;*  
*Descrever e caracterizar a resposta dinâmica e sísmica de sistemas equivalentes a um grau de liberdade;*  
*Descrever e caracterizar a resposta dinâmica e sísmica de sistemas de múltiplos graus de liberdade;*  
*Explicar a análise sísmica de estruturas por meio de espectros de resposta;*  
*Reconhecer, descrever e aplicar a conceção estrutural sísmo-resistente, os diversos métodos de análise e as disposições regulamentares à análise sísmica de estruturas correntes.*

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

*To understand the seismic phenomenon and to identify the main characteristics of earthquakes;*  
*To describe and to characterize the dynamics and the seismic response of single degree of freedom systems;*  
*To describe and to characterize the dynamics and the seismic response of multi-degree of freedom systems;*  
*To explain the seismic analysis of structures using response spectra;*  
*To recognize, to describe and to apply earthquake-resistant structural design, the different analysis methods and codes to the seismic analysis of current structures.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à sismologia e aos sismos;*  
*Análise dinâmica de sistemas de um grau de liberdade;*  
*Análise sísmica de sistemas de um grau de liberdade;*  
*Análise dinâmica de sistemas de múltiplos graus de liberdade;*  
*Análise sísmica de sistemas de múltiplos graus de liberdade;*  
*Conceção estrutural sísmo-resistente e aspetos regulamentar.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction to seismology and earthquakes;*  
*Dynamic analysis of single degree of freedom systems;*  
*Seismic analysis of single degree of freedom systems;*  
*Dynamic analysis of multi-degree of freedom systems;*  
*Seismic analysis of multiple degree of freedom system;*  
*Earthquake-resistant structural design and code aspects.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Na unidade curricular pretende-se transmitir aos estudantes um conjunto de conceitos, modelos e instrumentos relativos ao comportamento dinâmico e sísmico de estruturas, para além de introduzir conceitos relacionados com sismologia e conceção estrutural sísmo-resistente. O programa apresenta estes conceitos e modelos de forma teórica, sendo sempre exemplificados através de concretizações práticas, com recurso frequente a exercícios e estudos de caso, conduzindo a uma melhor compreensão dos conceitos.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The course aims to provide to students a set of concepts, models and tools about the dynamic and seismic*

*behaviour of structures, as well as to introduce concepts related to seismology and earthquake-resistant structural design. The program presents these concepts and models in a theoretical way, providing practical examples based on exercises and case studies, leading thus to a better understanding of the concepts.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A unidade curricular decorre durante 3 semanas de forma intensiva e com avaliação subsequente (formato modular). O funcionamento decorre em sala de aula, com aulas de manhã e trabalhos durante a tarde. Os trabalhos incluem: um exercício sobre aspetos sísmológicos de um dado país; desenvolvimento de ferramentas numéricas simples para a análise dinâmica integrada de estruturas; análise sísmica detalhada de uma estrutura. Todos os elementos de estudo são fornecidos antes de se iniciar a unidade curricular, bem como um conjunto de questões tipo para o exame. Disponibiliza-se ainda software de análise estrutural. A avaliação inclui os trabalhos práticos (peso na classificação de 50%) e um exame final (peso na classificação de 50%).*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The course runs for three consecutive weeks with subsequent evaluation (modular format). The course takes place in the classroom, with lessons in the morning and independent work in the afternoon. The works include: an exercise on seismological aspects of a given country; development of simple numerical tools for integrated dynamic analysis of structures; Detailed analysis of a seismic structure. All elements of study are provided prior to starting of the course, as well as a set of typical questions that may appear in the written exam. Structural analysis software will also be available. The students' assessment includes practical work (weight of 50%) and a final written exam (weight of 50%).*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia é adequada aos objetivos da unidade curricular, contemplando a apresentação de conhecimentos teóricos pelo docente, a utilização crítica de software para análise sísmica, a elaboração de trabalhos pelos estudantes, a apresentação pública e discussão conjunta dos trabalhos de modelação numérica (que utilizam diferentes modelos estruturais), e um exame que inclui todos os conteúdos lecionados.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The methodology proposed is appropriate to the objectives of the course, incorporating the presentation of theoretical knowledge, the critical use of software for seismic analysis, the preparation of reports, the public oral presentation and discussion of work related to numerical modeling (using different structural models), and a written exam that includes all contents taught.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

*CEN, Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, EN 1998-1, European Committee for Standardization, Brussels, 2004.*  
*Chopra A., Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, 3rd edition, Prentice-Hall, 2012.*  
*Fardis M.N., Carvalho E.C., Elnashai A., Faccioli E., Designer's Guide to EN 1998-1 and EN 1998-5: Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance: General Rules, Seismic Actions, Design Rules for Buildings, Foundations and Retaining Structures, 2005.*  
*Kramer S.L., Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice-Hall Inc., 1996.*  
*Paulay T., Priestley M.J.N., Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings, John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.*  
*Tomazevic M., Earthquake-resistant design of masonry buildings, Series on innovation in structures and construction, Imperial College Press, London, 1999.*

## **Mapa IV - Estruturas de Betão II / Concrete Structures II**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Estruturas de Betão II / Concrete Structures II*

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

*José Manuel de Sena Cruz, 30h*

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Eduardo Nuno Borges Pereira, 30h*

### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- a. *Projetar os elementos estruturais de um edifício de betão armado.*
- b. *Modelar, analisar e dimensionar lajes unidirecionais, bidirecionais, fungiformes e pré-fabricadas.*
- c. *Dimensionar estruturas de betão armado pré-esforçadas isostáticas.*

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

- a. *Design structural components of a reinforced concrete building.*
- b. *Model, analyze and design one-way, two-way, flat and prefabricated slabs.*
- c. *Design isostatic prestressed concrete structures.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*I. Estruturas de edifícios de betão armado*

- *Projeto de estruturas*
- *Conceção*
- *Modelação estrutural*
- *Dimensionamento*

*II. Lajes de betão armado*

- *Introdução ao dimensionamento de lajes de betão armado*
- *Comportamento, análise e dimensionamento de: Lajes pré-fabricadas; Lajes vigadas armadas numa direção; Lajes vigadas armadas em duas direções; Lajes fungiformes.*
- *Cálculo automático de armaduras em lajes*
- *Escadas*

*III. Estruturas de betão pré-esforçado*

- *Conceitos introdutórios*
- *Efeito do pré-esforço*
- *Estado limite de descompressão e verificação das tensões máximas*
- *Fuso limite. Perdas instantâneas e diferidas*
- *Estados limite último de resistência à flexão e corte*

**3.3.5. Syllabus:**

*I. Reinforced concrete buildings*

- *Design of structures*
- *Conception*
- *Structural modeling*
- *Detailing*

*II. Reinforced concrete slabs*

- *Introduction to the design of reinforced concrete slabs*
- *Behavior, analysis and design of: prefabricated slabs; one-way continuous slabs; two-way continuous slab; flat slabs.*
- *Automatic design of reinforcement in slabs*
- *Stairs*

*III. Structures pre-stressed*

- *Introduction*
- *Effect of pre-stressing*
- *Decompression limit state and stress limitation*
- *Short and long-term losses*
- *Ultimate limit states (flexure and shear)*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Na unidade curricular (UC) pretende-se transmitir ao estudante um conjunto de conceitos, modelos e instrumentos relativos à análise e dimensionamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado, no contexto de o aluno ser capaz de projetar os elementos estruturais de um edifício de betão armado, modelar, analisar e dimensionar lajes unidirecionais, bidirecionais, fungiformes e pré-fabricadas e dimensionar estruturas de betão armado pré-esforçadas isostáticas. O programa apresenta estes conceitos, modelos e instrumentos de forma teórico e através de concretizações práticas, com recurso frequente a estudos de caso e exercícios, levando a uma melhor compreensão dos objetivos a que a UC se propõe.*

**3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The curricular unit intends to convey to the student a set of concepts, models and tools for the analysis and design of reinforced concrete and pre-stressed structures, in order to the student be able to design structural components of a reinforced concrete buildings, model and analyze one-way, two-way, flat and prefabricated slabs and design isostatic pre-stressed concrete structures. The program presents these concepts, models*

*and tools from the theoretical point of view and through practical examples, with frequent use of case studies, leading to a better understanding of the learning outcomes of the curricular unit.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A unidade curricular (UC) funciona em regime de aulas teórico-práticas (TP) e práticas laboratoriais (PL). Nas aulas TP serão introduzidos os conceitos relativos a cada matéria sendo, também propostos alguns exemplos de aplicação bem como a sua resolução parcial. Nas PL são concluídos os exercícios iniciados nas PL, complementados com exercícios adicionais. Os exercícios serão resolvidos pelos alunos com o apoio ativo do docente. Os instrumentos utilizados para a avaliação da aprendizagem são os seguintes: (i) 2 testes escritos sumativos; (ii) 1 trabalho prático, de carácter experimental; (iii) observação de atitudes e de comportamentos na sala de aula.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The curricular unit has theoretical-practical (TP) and practical-laboratorial (PL) lectures. In the TP lectures, the concepts are introduced and some practical examples also presented and +partially solved. In PL, the practical examples introduced in the TP lectures are finalized solved by the students with the support of the teachers. Additional examples are also proposed. The instruments used for the assessment of learning are as follows: (i) 2 written exams; (ii) one practical assignment; (iii) behavior of the student in the classroom.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Nas aulas teórico-práticas (TP) 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 praticas-laboratoriais (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 e laminares de betão armado e pré-esforçado, de forma a alcançarem as competências previstas no programa, nomeadamente:*

- projetar os elementos estruturais de um edifício de betão armado;
- modelar, analisar e dimensionar lajes unidireccionais, bidireccionais, fungiformes e pré-fabricadas;
- dimensionar estruturas de betão armado pré-esforçadas isostáticas.

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In the theoretical-practical (TP) lectures a dynamic methodology of teaching is adopted in order to give the opportunity of the student to understand the key issues related to the program of the unit. Besides the presentation of theories/models/concepts, practical examples and case studies are often presented and discussed providing to the student the opportunity to actively participate in the learning process. In the practical and laboratorial (PL) lectures a set of activities are developed that enable to the student to consolidate knowledge by conducting various applications. Additionally research is also a key element that is included in the learning process. Altogether the various school activities seeks to student to be able to perform the analysis and design of framed, laminar and pre-stressed reinforced concrete structures in order to achieve the set of outcomes of the unit, namely:*

- Design the structural elements of a reinforced concrete building;
- Model, analyze and design one-way, two-way, flat and prefabricated slabs;
- Design isostatic pre-stressed concrete structures.

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- Sena Cruz, J.M.; Azenha, M.; Assis, A.P.; Bastos, R. (2010) "Folhas de Apoio às Aulas Práticas." 2ª Edição dos textos de apoio à Unidade Curricular Estruturas de Betão II do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Universidade do Minho, 191 pp.
- Sena Cruz, J.M.; Pereira, E.B. (2010) "Esforços normais e de flexão em secções rectangulares: dimensionamento pelo Eurocódigo 2." Relatório no. 07 DEC/E-27 (3ª Edição) de apoio às Unidades Curriculares Estruturas de Betão do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Universidade do Minho, 235 pp.
- Sena Cruz, J.M. (2009) "Escadas." Textos de apoio à Unidade Curricular Estruturas de Betão II do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Universidade do Minho, 34 pp.
- 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.

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estruturas Mistas em Aço e Betão / Composite Steel and Concrete Structures*

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

*Maria Isabel Brito Valente, 40h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*José António Silva Carvalho Campos e Matos, 20h*

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

- *Compreender os conceitos básicos relacionados com o comportamento de estruturas mistas em aço e betão;*
- *Distinguir e avaliar as vantagens ou desvantagens da utilização de elementos estruturais de aço ou elementos mistos aço-betão em situações reais;*
- *Analisar e dimensionar elementos estruturais mistos aço-betão quando isolados e quando inseridos numa estrutura global;*
- *Entender e aplicar as principais disposições e modelos regulamentares referentes à análise, dimensionamento e pormenorização de estruturas mistas em aço e betão;*
- *Calcular ligações entre elementos metálicos e elementos de betão;*
- *Projectar estruturas mistas em aço e betão correntes.*

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

- *To understand the basic principles related to the behavior of composite steel and concrete structures;*
- *To distinguish and evaluate the advantages and disadvantages on the use of composite steel and concrete elements in real situations;*
- *To analyze and design composite steel and concrete elements when isolated or when included in a global structure;*
- *To understand and apply the principal Eurocode dispositions and Eurocode models on the analysis, design and detailing of composite steel and concrete structures;*
- *To design steel to concrete connections;*
- *To design and detail current composite steel and concrete structures.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução às estruturas mistas em aço e betão, identificação das vantagens resultantes da utilização da construção mista em aço e betão;*
- *Composição de uma secção mista, secções tipo, elementos estruturais mistos num edifício;*
- *Análise Estrutural: análise global e cálculo de esforços, largura eficaz da laje, resistência às acções horizontais, influência do tipo de ligação na modelação global da estrutura, análise da mobilidade horizontal e efeitos de 2ª ordem, efeito das imperfeições geométricas, definição de estados limite últimos e estados limite de utilização em estruturas mistas de aço e betão;*
- *Corte em elementos mistos de aço e betão;*
- *Análise e dimensionamento de lajes mistas em aço e betão;*
- *Análise e dimensionamento de vigas mistas em aço e betão;*
- *Análise e dimensionamento de pilares mistos em aço e betão;*
- *Análise e dimensionamento de ligações mistas em aço e betão.*

### 3.3.5. Syllabus:

- *Introduction to composite steel and concrete structures, advantages in the use of composite steel and concrete elements;*
- *Disposition of the materials in the cross section, cross section common typologies, composite structural elements included in a building;*
- *Structural analysis: global analysis and stress calculations, effective width, reaction to horizontal actions, influence of the connection behavior on the global structural model, 2nd order effects, geometrical imperfections, definition of ultimate limit state and serviceability limit state in composite steel and concrete structures;*
- *Shear connection composite steel and concrete elements;*
- *Analysis and design of composite steel and concrete slabs;*
- *Analysis and design of composite steel and concrete beams;*
- *Analysis and design of composite steel and concrete columns;*
- *Analysis and design of steel to concrete connections.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Na unidade curricular pretende-se transmitir ao estudante um conjunto de conceitos, modelos e instrumentos relativos à compreensão e avaliação do comportamento de estruturas mistas em aço e betão correntes. O programa apresenta estes conceitos, modelos e instrumentos de forma teórica e através de concretizações*

práticas, com recurso frequente a estudos de caso e exercícios, levando a uma melhor compreensão de todas as questões relacionadas com a conceção, o dimensionamento e a verificação de segurança de estruturas mistas em aço e betão.

### **3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The main objectives of the course are that the students understand the main concepts, models and instruments concerning the structural behavior and the design of current composite steel and concrete structures. These main concepts, models and instruments are presented with a practical view, together with case studies and exercises that are proposed to the student in every class, allowing a better understanding of all the issues related to the conception, design, and safety assessment of composite steel and concrete structures.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Desta UC fazem parte aulas teórico-práticas (TP) e aulas de prática laboratorial (PL).*

*Nas aulas TP são apresentados e discutidos os conceitos teóricos e abordam-se exemplos práticos com eles relacionados.*

*Seis trabalhos práticos são propostos e discutidos nas aulas teórico-práticas e são depois desenvolvidos pelos alunos nas aulas PL e restante horário da tarde. No total, são propostos dois trabalhos práticos. O primeiro trabalho está relacionado com análise de uma secção transversal mista em aço e betão e o segundo trabalho diz respeito à análise de um edifício realizado em estrutura mista. Este segundo trabalho estará dividido em 4 partes, com entregas faseadas.*

*A presente UC funciona em regime de avaliação periódica. Os instrumentos utilizados para a avaliação são um teste escrito que vale 50% da nota final e os dois trabalhos práticos, o primeiro dos quais vale 5% da nota final e o segundo vale 45% da nota final.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*This course includes theoretical and practical classes (TP) and laboratory practice classes (PL).*

*In TP classes, the teacher presents and discusses theoretical concepts and then proposes practical examples related to the discussed contents.*

*Six practical assignments are proposed and discussed in PL classes and then are developed by the students in the rest of the afternoon. In total, two practical assignments are proposed. The first one is related to the analysis of a composite cross section and the second one addresses the safety assessment of a steel and concrete composite building. This second assignment is divided in 4 parts, with phased deliveries.*

*This UC operates under a periodic evaluation. The instruments used for the evaluation are a written test that is worth 50% of the final grade and two practical assignments, where the first one is worth 5% of the final grade and the second one is worth 45% of the final grade.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Nas aulas teórico-práticas procura-se que o estudante compreenda as questões fundamentais relacionadas com os conteúdos incluídos no programa da UC. São também discutidos exemplos práticos e casos de estudo.*

*Nas aulas TP/PL, os estudantes desenvolvem um conjunto de atividades que permitem consolidar os conhecimentos através da realização de várias aplicações.*

*No conjunto das várias atividades letivas procura-se que os estudantes sejam capazes de:*

- resolver problemas de análise e verificação estrutural de elementos mistos em aço e betão, definidos a partir de casos reais;
  - analisar um edifício existente em estrutura mista aço-betão e realizar todas as verificações de segurança necessárias (quantificação de ações atuantes e combinações para ELS e ELU, análise do comportamento global da estrutura, análise do comportamento individual de cada elemento e verificação de ligações);
- Desta forma, os alunos devem alcançar as competências previstas:*
- capacidade de analisar estruturas mistas em aço e betão existentes e proceder à sua verificação de segurança;
  - capacidade para conceber e dimensionar estruturas mista em aço e betão novas.

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In theoretical and practical classes (TP), it is intended that the student understands the key issues related to the contents included in the course program. Practical examples and case studies are discussed.*

*In PL classes and rest of scheduled individual work, the students should develop a set of activities in order to give answer to the practical assignments proposed and to consolidate the knowledge.*

*Altogether the various activities are proposed so that the students are able to solve problems of structural analysis and safety assessment of steel and concrete cross sections, steel and concrete structural elements and connections between steel and concrete elements. These practical examples and the assignments proposed are based on real cases.*

*Thus, students must attain the following competences listed:*

- Ability to analyze existing composite steel and concrete structures and develop their safety verification;

- Ability to conceive and design new composite steel and concrete structures.

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- EN 1990: 2004. Eurocode 0: Basis for structural design. European Committee for Standardisation, Brussels.
- EN 1992-1-1:2004 - Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardisation, Brussels
- EN 1993-1-1: 2004. Eurocode 3, Design of Steel Structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardisation, Brussels.
- EN 1994-1-1:2004 - Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardisation, Brussels.
- Johnson, R.P., Composite Structures of Steel and Concrete: Beams, Slabs, Columns, and Frames for Buildings, Wiley-Blackwell; 2nd edition, 1974, 248 pp.
- Oehlers, Deric e Bradford, Mark A., Elementary Behaviour of Composite Steel and Concrete Structural Members, Butterworth-Heinemann, February 2000, 280 pp.

## Mapa IV - Estruturas de alvenaria e madeira / Masonry and Timber Structures

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estruturas de alvenaria e madeira / Masonry and Timber Structures*

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

*Jorge Manuel Gonçalves Branco, 30h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, 30h*

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

*Demonstrar as potencialidades da utilização da alvenaria e madeira como materiais estruturais, quer em ações de reabilitação quer em construções novas. Desenvolver competências para a análise, dimensionamento e projeto de estruturas de alvenaria e madeira, de acordo com a nova regulamentação europeia, em particular os Eurocódigos 5 e 6.*

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

*To demonstrate the potentialities of the use of masonry and wood as structural materials, both in interventions in existing constructions and in new constructions. To develop skills in the analysis, calculation and design of masonry and timber structures in accordance with the current European standards, in particular, Eurocodes 5 and 6.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução às estruturas de alvenaria: Evolução histórica; Situação em Portugal; Anomalias; Reabilitação.*
2. *A construção em alvenaria resistente: Produtos; Tipologias das paredes resistentes; Conceção; Aspectos tecnológicos e construtivos.*
3. *Dimensionamento de acordo com o EC6: Propriedades mecânicas; Parede Submetidas a Ações Verticais; Parede Sujeita a Ações Combinadas; Muro de Suporte em Alvenaria Armada; Paredes Não-Estruturais de Grande Vão; Aspectos relativos ao Eurocódigo 8; Metodologia de dimensionamento de um edifício.*
4. *Introdução às estruturas de madeira: Evolução histórica; Novos produtos; Situação atual em Portugal.*
5. *A madeira como material estrutural: Propriedades e Desempenhos; Classificação Visual e Mecânica; Dimensionamento – Estados Limite Últimos; Estados Limite de Serviço; Exemplos de Dimensionamento; Ligações (Classificação, Regras de execução e exemplos de cálculo); Noções Básicas de Durabilidade e Preservação; Ação do Fogo.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Introduction to masonry structures: historical evolution, state-of-the-art in Portugal; defects; rehabilitation.*
2. *Construction with resistant masonry: products; typologies; design; technological and constructive aspects.*
3. *Design according to EC6: Mechanical properties; Wall under vertical loads; Wall under combined loads; support Wall in reinforced masonry; unreinforced walls with high spans; Eurocode 8; Methodology of design of a building.*
4. *Introduction to timber structures: historical evolution, state-of-the-art in Portugal; new wood-based products; design – Ultimate Limit States (tension, compression, bending, shear and torsion), Service Limit States (deformation and vibration); examples; joints; basis for durability; fire (behaviour and calculation methods).*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade

**curricular:**

*Os conteúdos programáticos definidos pretendem conferir ao aluno os conhecimentos teóricos e práticos necessários ao projeto de novas estruturas de madeira e de alvenaria bem como ao da intervenção em estruturas existentes compostas por estes dois materiais. Para o efeito, os fundamentos teóricos sobre os materiais, sistemas construtivos e estruturais, bem como o seu cálculo ao abrigo dos eurocódigos é apresentado, discutido e analisado.*

**3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The syllabus aims to give to the student the knowledge and skills necessary for the design of masonry and timber structures both in existing buildings and in new ones. For that, the theoretical concepts about materials, constructive systems, structural systems, as their design in accordance with Eurocodes will be presented, analysed and discussed.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A transmissão de conhecimentos ocorre através da apresentação dos conceitos teóricos pelo docente existindo em cada aula desafios simples que pretendem a aplicação dos mesmos conceitos de uma forma prática, a situações concretas, casos de estudo, etc. Paralelamente, é proposto aos alunos um trabalho que visa a aplicação, de uma forma integrada, das variadas matérias abordadas nas aulas. A metodologia de avaliação baseia-se na avaliação contínua da aprendizagem, especialmente durante a aplicação dos conceitos a casos de estudo, materializados por pequenos desafios diários. Complementarmente será pedido aos alunos a elaboração de um trabalho prático contemplando duas entregas (40% x 2). No final haverá um exame visando especialmente a avaliação dos conceitos teóricos com um peso de 20%.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The transmission of knowledge occurs through the presentation of theoretical concepts by the teacher, existing in each class simple challenges that intend to apply the same concepts in a practical way, to concrete situations, case studies, etc. Simultaneously, the students are proposed to realize a practical project that involves the application of the various issues addressed in the lecture. The evaluation methodology is based on continuous assessment of learning, especially during the application of the concepts to case studies, materialized by small daily challenges. Additionally, students will be asked to prepare a practical work covering two deliveries (40% x 2). At the end there will be a final exam in order to evaluate the theoretical concepts with a weight of 20%.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Pretende-se que a avaliação seja fundamentalmente de carácter contínua, sendo que a avaliação da capacidade do aluno em aplicar os conceitos teóricos e práticos tem por base a resolução de pequenos desafios diários. De forma a garantir uma perceção mais global do programa, garantido a integração dos vários conteúdos, será pedido aos alunos a resolução de um trabalho prático integrador, onde os vários assuntos da UC serão analisados de forma progressiva.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*It is intended that the assessment has fundamentally a continuous nature while the evaluation of the student's ability to apply the theoretical and practical concepts is based on the resolution of small daily challenges. To ensure a more global perception of the program, ensuring the integration of various contents, students will be asked to solve an integrating practical work, where various issues of the CU will be analysed progressively.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Alvarez, R. A., Martitegui, F. A., Estructuras de Madera – Diseño y Calculo, Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho, AITIM, 1996.*  
*Branco J.M. (2013), Coberturas Tradicionais de Madeira. Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, 36p.*  
*Branco J.M. (2008), Estruturas de Madeira. Cálculo e reforço. Notas para o curso “Estruturas de Madeira” organizado pelo Mestrado em Construção Metálica e Mista, Universidade de Coimbra, Portugal, 60p.*  
*Drysdale, R., Hamid, A.A, Baker, L., “Masonry Structures: Behavior and Design” 2ª edição, The Masonry Society, 1999.*  
*ISCARSAH 2001. Recommendations for the Analysis and Restoration of Historical Structures. ISCARSAH-International Committee on Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage, ICOMOS. [www.icomos.org](http://www.icomos.org).*  
*Lourenço, P.B., Dimensionamento de Alvenarias Estruturais. Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Janeiro, 1999, 76 p.*



## Mapa IV - Projeto Integrado II / Integrated Project II

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Projeto Integrado II / Integrated Project II*

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

*Graça Fátima Moreira Vasconcelos, 25h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Gomes Correia, Daniel Vitorino Castro Oliveira, Eduardo Nuno Borges Pereira, Graça Fátima Moreira Vasconcelos, Joaquim António Oliveira Barros, Jorge Manuel Gonçalves Branco, José António Campos e Matos, José Luís Ferreira Silva Ramos, José Manuel Sena Cruz, Maria Isabel Brito Valente, Miguel Ângelo Dias Azenha, Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, Tiago Filipe Silva Miranda. (cada docente com 15h de contacto / each teacher has 15 contact hours).*

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

*Integrar e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.*

*Realizar um projeto de estruturas de uma determinada tipologia (construção nova, reabilitação ou reforço estrutural) incluindo: (1) conceção; (2) análise; (3) dimensionamento; (4) pormenorização e especificações.*

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

*Integrate and consolidate the matters acquired along the course. Carry out a structures project of a selected typology (new construction or structural rehabilitation) including: (1) Conception; (2) analysis; (3) design; (4) details and specifications.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Os conteúdos programáticos são baseados no projeto integrado selecionado pelo aluno e supervisionado por um docente ou grupo de docentes e abrangem os conteúdos das outras unidades curriculares lecionadas.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The programmatic contents depend on the selected projects by the student and supervised by a professor or a group of professor but should embrace the subjects of the other curricular units of the course taught.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nesta unidade curricular o estudante tem contato com um caso de estudo e a oportunidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso através da realização de um projeto de estruturas de uma construção nova ou de reabilitação.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*In this curricular unit the student has contact with a real case study and the opportunity to apply the knowledge acquired in the other curricular units of the course through the design of the new structural or structural rehabilitation project.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A unidade curricular, que decorrerá ao longo do primeiro semestre do segundo ano do curso, incidirá na realização de um projeto de estruturas. Os alunos desenvolvem trabalho individual com supervisão de um docente ou grupo de docentes. A unidade curricular será avaliada por intermédio do relatório final do projeto de estruturas realizado e da apresentação oral do mesmo.*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The curricular unit will occur during the first semester and will entail the development of the initial stages of a design project of a structure. The project will be developed individually by each student under the guidance of one or more teachers. The assessment will be based on a final report and oral discussion on the design project developed.*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A unidade curricular desenrola-se segundo um modelo de aprendizagem específico, em que é proposto o desenvolvimento de um projeto integrado num caso de estudo de modo a treinar os alunos no projeto de estruturas. Este tipo de metodologia permite ao aluno desenvolver a sua capacidade para interligar e aplicar conhecimentos e permite treinar a aplicação prática dos conhecimentos e procura de soluções.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The curricular unit will adopt a specific learning model, consisting on the development of an integrated project based on case studies on the design of structures. This type of learning model aims at developing the skills of the student on relating and applying the acquired knowledge to practical problems and on the search for optimized structural solutions.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A pesquisa de informação e bibliografia relevante para o desenvolvimento do projeto deverá ser desenvolvida pelo aluno sob supervisão dos docentes. / The main bibliography will result from the literature review conducted by the student under the supervision of the teachers and considering the topic of their project.*

**Mapa IV - Análise Experimental, Inspeção e Monitorização / Experimental analysis, inspection and monitoring**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Análise Experimental, Inspeção e Monitorização / Experimental analysis, inspection and monitoring*

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

*José Luís Ferreira da Silva Ramos, 30h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, 30h*

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

*Identificar e descrever as técnicas de ensaios laboratoriais e de inspeção e diagnóstico estrutural in situ; Identificar e explicar os princípios dos ensaios e métodos de inspeção e diagnóstico; Realizar trabalhos de inspeção estrutural; Usar e interpretar resultados de trabalhos experimentais laboratoriais e de inspeção e diagnóstico de estruturas in situ; Conhecer sistemas e técnicas de monitorização estrutural e técnicas de processamento e análise de dados.*

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

*- Identify and describe experimental laboratory techniques and in situ inspection and structural diagnosis techniques; Identify and explain the principles of testing and inspection and diagnosis methods; Perform structural inspection work; Use and interpret results of diagnostic and inspection works for the analysis of in situ structures.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Introdução à metodologia geral de experimentação, inspeção e diagnóstico estrutural; 2. identificar principais danos estruturais; 3. Técnicas gerais de inspeção e de diagnóstico in situ; 4. Técnicas de inspeção visuais; 5. Inspeção e observação de obras geotécnicas; 6. Inspeção e observação de estruturas de betão armado, alvenaria, madeira e metálicas; 7. Inspeção e observação de pontes; 8. Ensaios dinâmicos para identificação modal e calibração de modelos numéricos 9. Ensaios laboratoriais para complemento de observações in situ; 10. Ensaios de carga em edifícios ou infraestruturas. 11. Técnicas de monitorização estrutural; 12. Técnicas de processamento e análise de resultados de sistemas de monitorização.*

**3.3.5. Syllabus:**

*1. General methodology for structural testing, inspection and diagnosis; 2. Identify the main structural damages; 3. General inspection and diagnosis techniques; 4. Visual inspections techniques; 5. Soils and rocks inspection and diagnosis; 6. Site inspection on wood, steel, masonry, and concrete structures; 7. Bridges inspection; 8. Modal identification tests and numerical model calibration; 9. Laboratory tests to complete the in situ inspection and diagnosis works; 10. In situ load tests; 11. Structural health monitoring techniques; 12. Monitoring data analysis and cyclical effects removal.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Na unidade curricular pretende-se transmitir ao aluno um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas de análise relacionadas com a inspeção e diagnóstico estrutural. O programa apresenta estes conceitos, métodos*

e ferramentas de forma teórica e através de concretizações práticas, com recurso frequentes casos de estudo e de exercícios académicos, levando a uma melhor compreensão das técnicas de inspeção e diagnóstico estrutural. Partindo dos conceitos gerais de inspeção e diagnóstico e do conhecimento das principais anomalias ou problemas estruturais a resolver, o aluno será instruído sobre as várias técnicas de inspeção in situ, de acordo com o tipo de estrutura analisada, incluindo ensaios não destrutivos, ligeiramente destrutivos, ensaios dinâmicos, ensaios de carga, monitorização e ensaios complementares laboratoriais. Para todas as técnicas de inspeção, para além de serem introduzidos os objetivos e princípios de funcionamento, serão também lecionadas a correta interpretação de resultados.

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The course aims transmitting to the student a set of analysis concepts, methods and tools related with structural inspection and diagnosis for any type of structures. The syllabus presents concepts, methods and tools theoretically and through practical concretizations. In order to achieve a better understanding regarding inspection technics and structural diagnosis some case studies and academic exercises will be analyzed. The students will have the opportunity to use nondestructive test equipment and to carry out laboratory tests in agreement with the theoretical classes.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A UC decorre durante 3 semanas de forma intensiva e com avaliação subsequente (formato modular). O funcionamento decorre em sala de aula, com aulas de manhã e trabalhos (individuais e de grupo) durante a tarde, com visitas a caso de estudo. Os trabalhos incluem: uma inspeção a uma estrutura com danos estruturais; utilização de equipamento de ensaio não destrutivo e interpretação de resultados; análise de dados de um sistema de monitorização; ensaios de identificação modal de uma estrutura. Todos os elementos de estudo são fornecidos antes de se iniciar a UC, bem como um conjunto de questões tipo para o exame. Disponibiliza-se ainda software de análise para alguns métodos de inspeção. A avaliação inclui os trabalhos práticos (peso na classificação de 50%) e um exame (peso na classificação de 50%)*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The unit lasts for 3 weeks in a full-time way and with subsequent assessment (modular format). The unit follows an in-class approach, with classes in the morning and works during the afternoon (individual or in a group). The assignments include: the visual inspection of a structure with damages; exercises with NDT methods; analysis of monitoring data; modal identification test and analysis. All study elements are provided before starting the unit, together with a set of sample questions for the example. Analysis software is provided to the students. The assessment includes the assignments (accounting for 50% of the final grade) and an exam (accounting for 50% of the final grade).*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A metodologia é adequada aos objetivos da UC, contemplando a apresentação de conhecimentos teóricos pelos docentes, a utilização crítica de softwares para análise dos resultados dos métodos de ensaio não destrutivos, a elaboração de trabalhos práticos individuais e de grupo pelos estudantes, a apresentação pública e discussão conjunta dos trabalhos de simulação, e um exame que inclui todos os conteúdos lecionados.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The methodology is adequate to the objectives of the unit, including the presentation of theoretical knowledge by the lecturer, practical assignments to be developed by the students individually and as a group, public presentation and joint discussion of the simulation assignments, and an exam including all subjects taught.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Apontamentos da aulas (slides) fornecidos pelos docentes*  
*ACI, Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures, ACI 228.2R-98, 1998;*  
*Armer, G.S.T., Monitoring and assessment of structures, Spon Press, 2001*  
*ASTM, In situ measurement of masonry deformability properties using the fiatjack method, ASTM Standard C 1197-91, 1991;*  
*Bungey, I.H., Millard, S.G., Testing of concrete in structures, Blackie Academic and Professional, 3rd edition, 1996;*  
*fib, Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures, 2003;*  
*Maldague, X.P.V., Nondestructive Testing Handbook 3rd edition, ASNT, 2000;*  
*Malhotra, V.M., Carino, N.J., CRC Handbook on non-destructive testing of concrete, CRC Press, 2000;*  
*Mufti, A., Guidelines for structural health monitoring, ISIS Canada, 2001;*  
*Ryall, M., Bridge Management, Butterworth-Heinemann, 2001;*  
*Ewins, D.J., Modal Testing: Theory, Practice and Application, Research Studies Press Ltd, 2003.*

## Mapa IV - Pontes / Bridge Design

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Pontes / Bridge Design*

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

*José António Silva de Carvalho Campos e Matos, 30h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Daniel Vitorino de Castro Oliveira, 30h*

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

*Esta unidade curricular sintetiza diferentes conteúdos, adquiridos durante o curso, e aplica-os ao caso particular de pontes. Ao mesmo tempo, será possível aprender alguns conceitos e metodologias específicas, a maioria aplicável a outro tipo de estruturas. Os objetivos gerais desta unidade abrangem o planeamento, dimensionamento, processos construtivos, controlo de qualidade na construção, observação, instrumentação e inspeção, reabilitação, reforço e acondicionamento de pontes. Em particular, é assumido que o aluno deverá saber, no final da unidade, como dimensionar uma ponte rodoviária, com vão até 50 m, e comprimento total de 400 m, e quais os processos construtivos utilizados em pontes.*

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

*This unit synthesizes different subjects, acquired during the course, and apply them to the particular case of bridges. At same time, it is also possible to learn specific concepts and methodologies, most of them applicable to other structures. The general objectives of this unit cover the planning, design, constructive processes, quality control in construction, observation, instrumentation and inspection, rehabilitation, reinforcement and reconditioning of bridges. In particular, it is intended that the student should know how to develop the design of a roadway bridge, with span up to 50 m and a total length up to 400 m, as well as all the constructive processes used in bridges.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Visão geral de pontes. Evolução histórica de pontes, de materiais estruturais utilizados e de processos construtivos. O dimensionamento de uma ponte. Fases de dimensionamento e componentes. Ações em pontes. Dimensionamento do tabuleiro de pontes: características estruturais de uma ponte, modelos de comportamento estrutural, análise global e local, e influência do processo construtivo. Dimensionamento de apoios e outros elementos: pilares, encontros, apoios, juntas e fundações. Pontes e viadutos pré-fabricados. Pontes especiais: em arco, enviesadas, suspensas e atirantadas. Supervisão durante construção. Inspeção e monitorização de pontes e viadutos. Ensaios de carga. Manutenção, reabilitação e reforço de pontes. Sistemas de gestão e estratégias de manutenção.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Overview of bridges. Historical evolution of bridges and of used structural materials and constructive processes. The design of a bridge. Design phases and components. Bridge loads. Bridge deck design: structural characteristics of a bridge, structural behaviour models, global and sub structuring analysis and influence of constructive process. Support and other elements design: piers, embankments, bearings, joints and foundations. Pre-cast bridges and viaducts. Special bridges: arched, skewed, suspension and cable-stayed bridges. Supervision of construction. Inspection and monitoring of bridges and viaducts. Load tests. Maintenance, rehabilitation and strengthening of bridges. Management systems and maintenance strategies.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*O objetivo desta unidade curricular é aplicar o conhecimento adquirido anteriormente, obtido em outras unidades, bem como normas existentes, no dimensionamento de pontes. Esta unidade tentará estabelecer, no âmbito do dimensionamento de pontes, a transição entre conceitos teóricos e atividade profissional.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*O objetivo desta unidade curricular é aplicar o conhecimento adquirido anteriormente, obtido em outras unidades, bem como normas existentes, no dimensionamento de pontes. Esta unidade tentará estabelecer, no âmbito do dimensionamento de pontes, a transição entre conceitos teóricos e atividade profissional. The objective of this unit is to apply previously acquired knowledge, obtained in other units, as well as existent standards to the design of bridges. This unit tries to establish, within the scope of bridge design, the transition between the theoretical concepts and the professional activity.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Esta unidade está dividida num módulo de três horas (aulas teórico-práticas), no qual os principais conteúdos da unidade e alguns exemplos práticos são explicados através da utilização de apresentações em power-point, e um módulo de uma hora (aulas práticas), no qual os estudantes (em grupos de trabalho) desenvolverão um projeto integrado de dimensionamento de uma ponte. No final, haverá um exame que cobre todos os conteúdos fornecidos durante a unidade curricular. A classificação final será uma soma ponderada destas duas avaliações.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*This unit is divided in a module of three hours (theoretical-practical classes), in which the main subjects of this unit and some practical examples are explained through the use of power-point presentations, and a module of one hour (practical classes), in which students (in working groups) will develop an integrated project of a design of a bridge. At the end, there will be an examination that covers all the subjects given in the unit. The final classification will be a weighed sum of these two evaluations.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Durante o modulo teórico-prático serão providenciados os principais conteúdos desta unidade, bem como, alguns exemplos práticos e simples de aplicação. A maioria dos conteúdos desta unidade serão dados durante este módulo. Estas aulas serão importantes para se atingir os objetivos teóricos da unidade. A aplicação destes conteúdos a um caso de estudo, que cobre os objetivos de caráter mais prático da unidade curricular, será desenvolvida durante as aulas práticas. O exame final, junto com o projeto integrado, será importante para avaliar se o aluno atingiu, ou não, os objetivos da unidade curricular.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*During the theoretical-practical module it will be provided the main subjects of this unit as well as some practical and simple examples of application. The majority of the unit contents will be given within this module. These classes will be important to accomplish the theoretical objectives of this unit. The application of these subjects to a case study, that covers more practical objectives of this unit, will be developed within the practical classes. The final examination, together with the integrated project, will be important to assess if the student accomplished or not the objectives of this unit.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

*Calgaro, J. A. Maintenance et réparation des ponts. ISBN: 2-85978-278-8.*

*Chen, D. L. Bridge Engineering Handbook, second edition. New York: CRC Press.*

*Leonhardt, F., Ponts. ISBN: 2-88074-099-1.*

*Mathivat, J., Construcción de puentes de hormigon pretensado por voladizos sucesivos. ISBN: 84-7146-215-X.*

*Menn, C., Prestressed concrete bridges. ISBN: 3-7643-2414-7(CH).*

*Manterola, A. J., Puentes: apuntes para su diseño, cálculo y construcción. ISBN: 84-7493-296-3.*

*Ryall, M. J., Bridge management, Butterworth-Heinemann, ISBN: 075065077X.*

## **Mapa IV - Reparação e Reforço / Repair and Strengthening**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Reparação e Reforço / Repair and Strengthening*

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

*Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, 30h*

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Joaquim António Oliveira de Barros, 30h*

### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Identificar e propor as técnicas mais adequadas para reparar/reforçar estruturas de betão; Identificar e propor as técnicas mais adequadas para reparar/reforçar estruturas metálicas; Identificar e propor as técnicas mais adequadas para reparar/reforçar estruturas de alvenaria; Identificar e propor as técnicas mais adequadas para reparar/reforçar estruturas de madeira; Identificar e propor as técnicas mais adequadas para reparar/reforçar fundações; Definir e comparar técnicas tradicionais e modernas (a nível material ou estrutural)*

### **3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

*Identify and propose the most appropriate techniques to repair / strengthen concrete structures; Identify and propose the most appropriate techniques to repair / strengthen steel structures; Identify and propose the most appropriate techniques to repair / strengthen masonry structures; Identify and propose the most appropriate*

*techniques to repair / strengthen timber structures; Identify and propose the most appropriate techniques to repair / strengthen foundations; Define and compare traditional and modern techniques (at material or structural level)*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceitos básicos sobre reparação e reforço de estruturas; 2. Discutir os efeitos de transferência de cargas e comportamento a longo prazo; 3. Materiais e técnicas de reparação/reforço tradicionais vs. inovadoras/modernas; 4. Conceitos de reparação e reforço de estruturas usando técnicas tradicionais e inovadoras ou modernas; 5. Reparação e reforço de estruturas de betão; 6. Reparação e reforço de estruturas metálicas; 7. Reparação e reforço de estruturas de madeira; 8. Reparação e reforço de estruturas de alvenaria. 9. Reparação e reforço de fundações.*

### **3.3.5. Syllabus:**

*1 Basics of repair and strengthening of structures; 2 Discuss the effects of load transfer and long-term behavior; 3 Traditional vs. innovative / modern repair / strengthening materials and techniques of repair / strengthening; 4 Concepts of repair and strengthening of structures using traditional or modern / innovative techniques; 5 Repair and strengthening of concrete structures; 6 Repair and strengthening of metallic structures; 7 Repair and strengthening of timber structures; 8 Repair and strengthening of masonry structures. 9 Repair and reinforcement of foundations.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos incluem uma introdução de conceitos básicos sobre reparação e reforço de estruturas, seguida da discussão dos efeitos de transferência de cargas e comportamento a longo prazo de estruturas reparadas/reforçadas. Posteriormente são apresentados e comparados materiais e técnicas de reparação/reforço tradicionais e inovadoras/modernas. Em seguida apresentam-se as diferentes técnicas de reforço aplicadas às estruturas de betão, metálicas, madeira, alvenaria e fundações, acompanhadas de casos de estudo.*

### **3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The contents include an introduction to basic concepts of repair and strengthening of structures, followed by a discussion of the effects of load transfer and long-term behavior of repaired / reinforced structures. Subsequently, materials and techniques for repair and strengthening, both traditional and innovative / modern, are presented and compared. Then the different strengthening techniques applied to structures of concrete, metal, wood, masonry and foundations are presented, together with case studies.*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A UC decorre durante 3 semanas de forma intensiva e com avaliação subsequente (formato modular). O funcionamento decorre em sala de aula, com aulas de manhã e trabalhos (individuais e de grupo) durante a tarde. Os trabalhos incluem o desenvolvimento de soluções de reforço para estruturas de betão, madeira, alvenaria e fundações. Todos os elementos de estudo são fornecidos antes de se iniciar a UC, bem como um conjunto de questões tipo para o exame. A avaliação inclui os trabalhos práticos (peso na classificação de 50%) e um exame (peso na classificação de 50%)*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The unit runs for three weeks intensively and with subsequent evaluation (modular format). The unit takes place in the classroom, with lessons in the morning and work (individual and group) in the afternoon. The work includes the development of strengthening solutions for concrete, wood, masonry and foundations. All study elements are provided before initiation of the course, as well as a set of typical questions for the exam. The evaluation includes practical works (with a weight of 50% in the final grade) and a test (with equal weight)*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia é adequada aos objetivos da UC, contemplando a apresentação de conhecimentos teóricos pelo docente, a utilização crítica das ferramentas disponibilizadas no desenvolvimento de soluções de reforço, a elaboração de trabalhos práticos de grupo pelos estudantes, e um exame que inclui todos os conteúdos lecionados.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The methodology is appropriate to the goals of course, contemplating the presentation of theoretical knowledge by the teacher, the critical use of the tools available to develop solutions for strengthening, the development of practical group work by the students, and an examination that includes all the content taught.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Guidelines for the Design and Construction of Externally FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*", ACI Committee 440, Sub-Committee 440F, ACI, 2000.  
*Bulletin d'information n.º 162 – "Assessment of Concrete Structures and Design Procedures for Upgrading (Redesign)"*, CEB, 1983, 278 pp.  
*ISO 13822:2001(E) – "Bases for design of structures - Assessment of existing structures"*, International Standard, 44 pp.  
*FIB (2006). "Retrofitting of concrete structures by externally bonded FRPs, with emphasis on seismic applications" Bulletin No. 35, Lausanne, 220 pp.*  
*FIB (2001). "Externally bonded FRP reinforcement for RC structures." Bulletin No. 14, Report prepared by Task Group 9.3 FRP reinforcement for concrete structures, Lausanne, 130 pp.*  
*Robson, P. (1999), Structural repair of traditional buildings, Donhead, Dorset, 312 pp.*  
*Newman, A. (2000), Structural Renovation of Buildings: Methods, Details, & Design, McGraw-Hill Professional Engineering, 866 pp.*

## Mapa IV - Projeto Integrado III / Integrated Project III

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Projeto Integrado III / Integrated Project III*

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

*Salvador José Esteves Dias, 25h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Gomes Correia, Daniel Vitorino Castro Oliveira, Eduardo Nuno Borges Pereira, Graça Fátima Moreira Vasconcelos, Joaquim António Oliveira Barros, Jorge Manuel Gonçalves Branco, José António Campos e Matos, José Luís Ferreira Silva Ramos, José Manuel Sena Cruz, Maria Isabel Brito Valente, Miguel Ângelo Dias Azenha, Paulo José Brandão Barbosa Lourenço, Tiago Filipe Silva Miranda. (cada docente com 15h de contacto / each teacher has 15 contact hours)*

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

*Integrar e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.  
Realizar um projeto de estruturas de uma determinada tipologia (construção nova, reabilitação ou reforço estrutural): conceção, análise, dimensionamento, pormenorização e especificações.*

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

*To integrate and to consolidate the skills acquired during the program. Deliver the project of a certain structure, such as a new construction or the rehabilitation or strengthening of an existing construction, including: conception, analysis, design, detailing and specifications.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Os conteúdos programáticos são baseados no projeto integrado selecionado pelo aluno e supervisionado por um docente ou grupo de docentes e abrangem: conceção, análise, dimensionamento, pormenorização e especificações.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The contents of the curricular unit are based on the integrated project selected by the student and supervised by one or more teachers, and include: conception, analysis, design, detailing and specifications.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nesta unidade curricular o estudante tem contato com um caso de estudo e a oportunidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso através da realização de um projeto de estruturas.*

### 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*During this curricular unit the student is challenged to apply the skills acquired in the other curricular units to a practical case. The practical case will essentially consist on the development of a project based on the design of a structure.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A unidade curricular, que decorrerá ao longo do primeiro semestre do segundo ano do curso, incidirá na*

realização de um projeto de estruturas. Os alunos desenvolvem trabalho individual com supervisão de um docente ou grupo de docentes. A unidade curricular será avaliada por intermédio do relatório final do projeto de estruturas realizado e da apresentação oral do mesmo.

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The curricular unit will occur during the first semester of the second year of the course and will entail the development of a design project of a structure. The project will be developed individually by each student under the guidance of one or more teachers. The assessment will be based on a final report and oral discussion on the design project developed.*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A unidade curricular desenrola-se segundo um modelo de aprendizagem específico, em que é proposto o desenvolvimento de um projeto integrado num caso de estudo de modo a treinar os alunos no projeto de estruturas. Este tipo de metodologia permite ao aluno desenvolver a sua capacidade para interligar e aplicar conhecimentos e permite treinar a aplicação prática dos conhecimentos e procura de soluções.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The curricular unit will adopt a specific learning model, consisting on the development of an integrated project based on case studies on the design of structures. This type of learning model aims at developing the skills of the student on relating and applying the acquired knowledge to practical problems and on the search for optimized structural solutions.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A pesquisa de informação e bibliografia relevante para o desenvolvimento do projeto deverá ser desenvolvida pelo aluno sob supervisão dos docentes. / The main bibliography will result from the literature review conducted by the student under the supervision of the teachers and considering the topic of their project.*

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

Mapa V - Eduardo Nuno Borges Pereira

##### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Eduardo Nuno Borges Pereira*

##### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

##### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

##### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

##### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

##### 4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - António Gomes Correia

##### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):



4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Daniel Vitorino de Castro Oliveira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Daniel Vitorino de Castro Oliveira*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Graça de Fátima Moreira de Vasconcelos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Graça de Fátima Moreira de Vasconcelos*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

## Mostrar dados da Ficha Curricular

### Mapa V - Joaquim António Oliveira de Barros

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Joaquim António Oliveira de Barros*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

### Mapa V - Jorge Manuel Gonçalves Branco

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Jorge Manuel Gonçalves Branco*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

### Mapa V - José António Silva de Carvalho Campos e Matos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*José António Silva de Carvalho Campos e Matos*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Luís Ferreira da Silva Ramos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*José Luís Ferreira da Silva Ramos*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Manuel de Sena Cruz

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*José Manuel de Sena Cruz*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Isabel Brito Valente

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Maria Isabel Brito Valente*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Miguel Ângelo Dias Azenha**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Miguel Ângelo Dias Azenha*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Paulo José Brandão Barbosa Lourenço**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Paulo José Brandão Barbosa Lourenço*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Salvador José Esteves Dias**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Salvador José Esteves Dias*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Tiago Filipe da Silva Miranda**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Tiago Filipe da Silva Miranda*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos**

**4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Eduardo Nuno Borges Pereira	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Gomes Correia	Doutor	Civil Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Daniel Vitorino de Castro Oliveira	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Graça de Fátima Moreira de Vasconcelos	Doutor	Estruturas/Structures	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joaquim António Oliveira de Barros	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Manuel Gonçalves Branco	Doutor	Estruturas de Madeira	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José António Silva de Carvalho Campos e Matos	Doutor	Engenharia Civil / Civil Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Luís Ferreira da Silva Ramos	Doutor	Estruturas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel de Sena Cruz	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Isabel Brito Valente	Doutor	Estruturas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Ângelo Dias Azenha	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo José Brandão Barbosa Lourenço	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Salvador José Esteves Dias	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Tiago Filipe da Silva Miranda	Doutor	Engenharia Civil / Civil Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
<b>(14 Items)</b>			<b>1400</b>	

<sem resposta>

## 4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

---

### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

#### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / Full time teachers:	14	100

### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

#### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	14	100

### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

#### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	14	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

#### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	14	100
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	14	100

## 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

---

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização:

*O desempenho do pessoal docente é acompanhado pelo Sistema interno de Garantia da Qualidade da Universidade do Minho (SIGAC-UM), no quadro do Regulamento de Avaliação do Desempenho dos Docentes da Universidade do Minho (RAD-UM). Este sistema audita o desempenho de todos os docentes e propõe de forma contínua o ajustamento a realizar nas atividades a desenvolver e nas metas a alcançar de modo a garantir o cumprimento dos objetivos de produção e de valorização profissional individuais e das unidades. O envolvimento do corpo docente em atividades de investigação de elevada exigência obriga à sua constante e contínua atualização, sendo este facto comprovado pela produtividade científica demonstrada pelo ISISE.*

### 4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

*The performance of the teaching staff is monitored by the Internal Quality Assurance System of the University of Minho (SIGAC-UM) in the frame of the Regulation of the Performance Assessment of Teachers of the*

University of Minho (RAD-UM). This system audits the performance of all teaching staff and continuously proposes adjustments to the activities to ensure the achievement of the production goals, as well as individual professional development and of the Units.

The intensive involvement of the faculty members in research activities of high demand also implies the constant and continuous updating of their skills, and these qualifications are permanently audited by the scientific assessment mechanisms and productivity indicators of ISISE.

## 5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

### 5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

*O curso de MEE utilizará apenas recursos humanos e laboratoriais disponibilizados pelas seguintes subunidades:*

- Departamento de Engenharia Civil;
- Escola de Engenharia
- Centro de Investigação ISISE.

*O pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos é constituído pelo conjunto de técnicos laboratoriais existente, que darão apoio aos laboratórios e à execução das tarefas relacionadas com a parte experimental e de investigação da formação dos alunos. O apoio administrativo será assegurado pelo secretariado das subunidades envolvidos neste projeto de ensino.*

### 5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

*The SEM programme will mobilise human and laboratory resources provided by the following subunits:*

- Department of Civil Engineering;
- School of Engineering
- ISISE Research Center.

*The non-teaching staff associated with the SEM programme includes all existing laboratory technicians, who will provide support to the laboratories and to the implementation of the tasks related to the experimental part of the research and training programme. Administrative support will be provided by the secretariat of the subunits involved in SEM programme.*

### 5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

*Os recursos utilizados pelo MEE serão os seguintes:*

- espaços físicos e equipamentos didáticos para lecionação, salas de estudo, salas de apoio informático e bibliotecas da Escola de Engenharia;
- espaços, materiais e equipamentos laboratoriais do Laboratório de Estruturas (LEST);
- espaços, materiais e equipamentos laboratoriais do Laboratório Pedagógico de Estruturas (LPE);
- outros espaços e laboratórios do DEC e de outros departamentos ou unidades da Escola de Engenharia;

### 5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

*The resources mobilised by the SEM programme will be the following:*

- physical spaces and teaching equipment for classes, study rooms, computer rooms and libraries mostly located at the School of Engineering;
- spaces, materials and laboratory equipment of the Laboratory of Structures Testing (LEST);
- spaces, materials and laboratory equipment Teaching Laboratory of Structures (LPE);
- other spaces and laboratories belonging to the Civil Engineering Department and other departments or units of the School of Engineering;

### 5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs):

*Os recursos utilizados pelo MEE serão os seguintes:*

- espaços, materiais e equipamentos laboratoriais do Laboratório Pedagógico de Estruturas (LPE);
- outros espaços didáticos do DEC e de outros departamentos ou unidades da Escola de Engenharia;
- biblioteca digital que disponibiliza revistas científicas e publicações digitais de inúmeras editoras que pode ser acedida via wireless, significando que em qualquer ponto do espaço físico destas instalações há acesso a informação bibliográfica.
- plataforma de e-learning que permite a divulgação de toda a informação relevante relativa às unidades curriculares e a comunicação docente-discente.

### 5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

The resources used by the SEM programme include:

- spaces, materials and laboratory equipment belonging to the Teaching Laboratory of Structures (LPE);
- other instructional spaces of the Laboratory of Structures Testing (LEST), of the Civil Engineering Department and of other departments or units of the School of Engineering;
- comprehensive digital library that provides access to a vast number of scientific journals and digital publications that can be accessed via wireless, at any point in physical space of the University facilities.
- modernised e-learning platform that allows the disclosure of all relevant information relating to courses and the teacher-student communication.

## 6. Actividades de formação e investigação

### Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Instituto para a Sustentabilidade e Inovação na Engenharia de Estruturas (ISISE) / Insitute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering (ISISE)	Muito bom / very good	Universidades do Minho e de Coimbra / Universities of Minho and Coimbra	

### Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/3eedbe5c-4334-5892-ecf6-542010d52172>

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

*O ISISE possui cerca de 2 M€ de financiamento competitivo por ano na UMinho, em cerca de 20 projetos de I&D. Estes projetos incluem diversas empresas nacionais e internacionais como a Bekaert, Mota-Engil, Ascendi ou Casais. Entre os principais projetos europeus referem-se: NIKER - New integrated knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from earthquake-induced risk; InSysME - Innovative Systems for Earthquake Resistant Masonry Enclosures in RC Buildings; EnCore - Environmentally-friendly solutions for Concrete with Recycled and natural components; Endure - European Network for Durable Reinforcement and Rehabilitation Solutions.*

*Entre os parceiros nacionais e internacionais mais relevantes incluem-se o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, o IFSTTAR (French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks), a Universidade de Pádua e a Universidade Técnica de Catalunha UPC.*

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

*ISISE research centre has about 2 M € per year of competitive funding in UMinho, distributed by about 20 R&D projects. These projects include several national and international companies such as Bekaert, Mota-Engil, Ascendi or Casais. Some examples of the European projects in progress are: Niker - New integrated knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from earthquake-induced risk; InSysME - Innovative Systems for Earthquake Resistant Masonry Enclosures in RC Buildings; EnCore - Environmentally-friendly solutions for Concrete with Recycled and natural components; Endure - European Network for Durable Reinforcement and Rehabilitation Solutions.*

*Among the most relevant national and international partners, some examples include the National Civil Engineering Laboratory, the IFSTTAR (French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks), the University of Padua and the Technical University of Catalonia UPC.*

## 7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de



## **serviços à comunidade e formação avançada**

**7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:**

*Ao nível do desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços à comunidade refere-se o envolvimento em problemas altamente complexos e que requerem a utilização de conhecimento e ferramentas não disponíveis no mercado, como o apoio no estudo do calor de hidratação na construção das novas barragens para a EDP, inspeção, diagnóstico e reforço do património cultural construído (incluindo património UNESCO como o Castelo de Guimarães, Catedral de Cantuária no UK, Esfahan no Irão ou Igrejas de Famagusta em Chipre) ou desenvolvimento e ensaio de soluções para construção em madeira para a empresa Stora Enso. Ao nível da formação avançada esta decorre ao nível de cursos de formação contínua (por exemplo Curso de Building Information Modeling), mas essencialmente ao nível de programas de formação avançados do 2º e 3º ciclo. Nos diferentes ciclos de mestrado e mestrado integrado, o grupo foi responsável pela conclusão de 127 teses de mestrado e 20 teses de doutoramento nos últimos 3 anos.*

**7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:**

*The institution is continuously requested by the community and involved in complex problems that require the use of knowledge and tools not readily available in the market. Some examples are: the support in the study of the heat of hydration in the construction of new dams for EDP (Electricity of Portugal); inspection, diagnosis, and rehabilitation of the built heritage, including UNESCO classified heritage as Guimarães Castle, Canterbury Cathedral in the UK, Esfahan in Iran or churches of Famagusta in Cyprus; developing and testing solutions for timber construction of cultural heritage for Stora Enso company. At the level of advanced training, it is mostly composed of continuing education courses, especially of 2nd and 3rd cycle programs. Considering the various training courses distributed by the Master's and Integrated Master's cycles, the group was responsible for the completion of 127 master's theses and 20 doctoral theses in the last three years.*

## **8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)**

**8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da Economia:**

*Considerando que se trata de uma proposta de mestrado altamente especializado e com pendor internacional, não é fácil enquadrá-lo nas tipologias encontradas nos dados do Ministério da Economia. No entanto, antecipam-se elevados índices de empregabilidade para os graduados por este ciclo de estudos a um nível global, atendendo aos desenvolvimentos internacionais que continuam a colocar o setor da construção em franco crescimento especialmente nas economias emergentes e, particularmente, a uma considerável procura por técnicos qualificados com especialização na área da Engenharia de Estruturas.*

**8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:**

*The specialisation degree and international character of the proposed SEM program makes it difficult to frame it in the Ministry of Economy data. However, high level of employability for graduates of this study programme is anticipated at a global scale, considering the current international outlook and the ongoing booming of the construction industry especially in the emerging economies/countries, which is driving considerable demand for skilled technicians with expertise in the area of Structural Engineering, among others.*

**8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):**

*Dada a sua especificidade e carácter internacional, não é fácil enquadrar a presente proposta nos dados da DGES. No entanto, a capacidade de atrair estudantes para o MEE poderá ser avaliada com base na capacidade que o ISISE tem demonstrado para atrair estudantes internacionais de 2º ciclo e de 3º ciclo. Outros programas de ensino existentes no DEC têm também demonstrado uma importante capacidade para atrair novos alunos todos os anos.*

**8.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):**

*The specialisation degree of the proposed SEM program makes it difficult to frame in the DGES available data. However, considering its specialization character, the ability of SEM programme to attract students can be better estimated based on the ability that the ISISE research centre has shown to attract international students, both to 2nd cycle and 3rd cycle study programmes. Other study programs offered by the Civil Engineering Department have also continuously shown a significant ability to attract new students every year.*

**8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:**

*O ciclo de estudos em apreço com forte orientação de internacionalização é único no país, não se antevendo eventuais parcerias com outras instituições da região. Serão, no entanto, trabalhadas parcerias com instituições de referência internacionais com competências complementares que possam enriquecer a oferta disponível ao nível dos perfis de especialização.*

**8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:**

*The proposed training programme has a strong international focus and is pioneering in the country, therefore partnerships with other institutions in the region have not yet been considered. However these and other partnerships of added value with institutions of international reputation will be incubated, in order to add complementary skills and enrich the currently available level of expertise.*

## **9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos**

**9.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:**

*Com base no previsto no n.º 1, do artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, este ciclo de estudos terá um número de 120 ECTS, a que corresponde uma duração de 4 semestres curriculares de trabalho dos alunos.*

**9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:**

*Based on the 1st paragraph of Article 18 of Law No. 74/2006, this study programme should have a number of 120 ECTS, which corresponds to a duration of 4 semesters of students' work.*

**9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:**

*A metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS de cada Unidade Curricular (UC) teve por base a regulamentação específica da instituição proponente deste curso e a experiência da equipa proponente em programas de ensino semelhantes em curso.*

**9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:**

*The methodology used in the calculation of ECTS credits for each Course Unit (UC) was based on the specific regulations of the proposing institution, as well as on the previous experience of the proponent team with similar educational programs currently in progress.*

**9.3. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:**

*O método de cálculo das unidades de crédito resulta de regulamentação interna, tendo esta regulamentação sido alvo de auscultação da comunidade académica antes da sua homologação pelo órgão competente.*

**9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:**

*The methodology used in the calculation of the credit units (ECTS) results from internal regulation of the institution. This regulation derives from the consultation of the academic community prior to its approval by the competent body.*

## **10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu**

**10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:**

*Entre outros, destacam-se os seguinte programas de mestrado em Engenharia de Estruturas em instituições europeias de referência:*

- *MSc in General Structural Engineering – Imperial College of London;*
- *Structural Engineering MSc Programme – Delft University of Technology.*

**10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions of the European Higher Education Area:**

*Among others, the following MSc programs in Structural Engineering offered in reputed European institutions may be highlighted:*

- *MSc in General Structural Engineering - Imperial College London;*
- *Structural Engineering MSc Programme - Delft University of Technology.*

## **10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:**

*Tal como nos casos citados no ponto 10.1, também no caso do MEE o foco principal é colocado na formação de Engenheiros de Estruturas altamente qualificados, com um perfil flexível, multicultural e adaptável, fortemente motivados e com grande abertura para o desenvolvimento e a implementação de materiais e técnicas inovadoras, sensibilizados para as questões da sustentabilidade e da segurança e preparados para exercer em qualquer ponto do globo.*

## **10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:**

*As in the cases mentioned in paragraph 10.1, also in the case of the proposed SEM programme the main focus is on training highly qualified Structural Engineers, with a flexible, multicultural, adaptable and highly motivated profile. The study programme will also privilege a great openness of mind and a continuous drive for personal development and for the continuous search of the most recent, innovative materials and techniques. The sensitivity to current societal challenges related to sustainability and safety will also be cultivated, as well as a great flexibility and preparation to practice Structural Engineering at any point of the globe with great professionalism.*

# **11. Estágios e/ou Formação em Serviço**

## **11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)**

---

**Mapa VII - Protocolos de Cooperação**

**Mapa VII - Protocolos de Cooperação**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*<sem resposta>*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):**

*<sem resposta>*

**Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes**

**11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).**

*<sem resposta>*

## **11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.**

---

**11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:**

*<sem resposta>*

**11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:**

*<no answer>*

## **11.4. Orientadores cooperantes**

---

**Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço**

responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e selecção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)

Nome / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional / Professional qualifications	Nº de anos de serviço / N° of working years
--	---	--	---

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

*- Suporte de uma instituição (Universidade do Minho) com forte projeção internacional, que figura consecutivamente nos mais reputados rankings mundiais relativos ao impacto de instituições de ensino superior e de investigação (ex. Ranking "The Times Higher Education 100 under 50 universities 2014" entre as 100 melhores, ou o "The Times Higher Education", entre as 400 melhores).*

*- Ambiente acolhedor para estrangeiros, e uma cultura rica e interessante, que combina uma proximidade geográfica, económica e cultural da Europa e do mundo ocidental, com uma história e cultura de base lusófona, partilhada por um vasto conjunto de comunidades e países emergentes que se encontram em forte trajetória de ascensão e carecem de profissionais altamente qualificados.*

*- Equipa docente fortemente motivada, com significativa experiência de ensino e com importante atividade científica de reconhecido impacto na comunidade internacional, suportada por um centro de investigação de excelência, o ISISE.*

### 12.1. Strengths:

*- Support by an institution (University of Minho) with a strong international projection, which is consecutively referred in the most reputed global rankings related to the impact of higher education and research institutions (e.g. Ranking "The Times Higher Education 100 under 50 universities in 2014" among the top 100, or "The Times Higher Education 2014-2015", among the top 400 worldwide).*

*- Friendly environment with a rich and interesting culture, which combines a geographic, economic and cultural proximity to Europe and to the Western world, with a historical and cultural link to the Portuguese-speaking communities and emerging countries, currently in a strong economical ascending trajectory and in urgent need of highly qualified professionals.*

*- Highly motivated teaching staff, with considerable experience in teaching and with important scientific activity, whose impact is acknowledged by the international community and supported by a research centre of excellence, ISISE.*

### 12.2. Pontos fracos:

*Os possíveis pontos fracos do MEE derivam, em grande medida, da sua juventude. Trata-se de um programa de mestrado que se concentra em áreas da Engenharia Civil de elevada exigência e competência técnica, que se dirige a candidatos com sólidas competências de base em Matemática e Física e que, de forma pioneira em Portugal, aposta num formato de ensino internacional e inovador, totalmente em Inglês. Este posicionamento claramente internacional, ao criar oportunidades e pontos de convergência entre a comunidade e países emergentes lusófonos e os mercados anglo-saxónicos, não deixa de resultar em alguma incerteza inicial. No entanto, com base na longa experiência da equipa de coordenação em outros programas de mestrado internacionais, crê-se que seja possível responder de forma pronta às eventuais debilidades iniciais do programa e que desta forma se possam pôr em prática os ajustes que se revelem necessários para o seu sucesso.*

### 12.2. Weaknesses:

*The possible weaknesses of the SEM programme derive largely from his youth. SEM is a study programme that focuses on very challenging areas of Civil Engineering, which require solid background skills in mathematics and physics. This pioneering study programme in Portugal promotes an international and innovative education format, entirely taught in English. This clear international positioning creates opportunities and points of convergence between the Portuguese-speaking communities and emerging countries and the European and western markets, although it still generates some initial uncertainty. However, the long experience of the coordinating team in other international study programmes is believed to assure a prompt and efficient response to any form of initial weakness that the program may face. It is believed that the adequate conditions are gathered for a prompt implementation of the adjustments that may be necessary to achieve the success of the proposed study programme.*

### **12.3. Oportunidades:**

*Portugal possui créditos significativos como importante ponto de contacto entre as comunidades dos países lusófonos e os mercados europeus e ocidentais. Deste modo, para além das competências técnicas e da infraestrutura que se encontra associada a esta proposta de mestrado, considera-se que existe uma enorme oportunidade no facto de Portugal representar um interessante interface entre a comunidade lusófona e os mercados e sociedades europeias e anglo-saxónicas. O programa de mestrado proposto usufrui do ambiente multicultural rico que é vivenciado na Universidade do Minho, e oferece uma interessante oportunidade de formação em inglês ao mesmo tempo que simplifica a integração para os alunos provenientes de países lusófonos. Adicionalmente, este ambiente multicultural pode também revelar-se diferenciador e interessante para potenciais alunos oriundos de outras latitude que tenham interesse em conjugar uma formação de qualidade em inglês com um contacto próximo com a cultura lusófona.*

### **12.3. Opportunities:**

*Portugal has significant credits as an important link between the communities of Portuguese-speaking countries and European and Western markets. Thus, in addition to the technical skills and infrastructure that is associated with this Master's proposal, it is considered that there is a huge opportunity in the fact that Portugal represents an interesting interface between the Lusophone community and markets and European societies. The proposed Master's program enjoys the rich multicultural environment that is experienced at the University of Minho, and offers an interesting opportunity for learning in English, while simplifying the integration of the students coming from Portuguese speaking countries. Additionally, this multicultural environment can also prove to be distinctive and interesting for prospective students from other latitudes who may be interested in combining quality training in English with a close contact with the Lusophone culture.*

### **12.4. Constrangimentos:**

*A economia global atravessa um período de rápida mudança e instabilidade. A indústria da construção e setores afins não são alheios a este ambiente de incerteza. Este setor tem envidado significativos esforços para se adaptar e aparentemente com razoável sucesso, sendo prova disso a significativa recuperação económica de alguns grupos industriais de relevo. Em termos formativos, a oferta de programas de estudos a nível nacional terá necessariamente que seguir o mesmo caminho, de forte inovação e adaptação às novas circunstâncias e realidade. E terá que manter uma atitude de constante inovação, no sentido de acompanhar um mercado efervescente e em constante mudança. Neste contexto, faz sentido como nunca encarar a formação de profissionais neste ramo numa perspetiva global e multicultural, de modo a prepara-los para exercer a sua profissão com elevados níveis de exigência e qualidade em qualquer parte do mundo.*

### **12.4. Threats:**

*The global economy is experiencing a period of rapid change and instability. The construction industry and related sectors are involved in this environment of uncertainty. This sector has made significant efforts to adapt and apparently with some success, as evidenced by the significant economic recovery of large industrial groups in the sector. In terms of educational offer, the provision of study programmes at the national level will necessarily have to follow the same path of adaptation to the new circumstances and constrictions. A new attitude of constant innovation is necessary, in order to continuously match the needs of an effervescent and ever-changing market. In this context, it makes sense to rethink the training of professionals in this industry at a global and multicultural perspective, in order to prepare them to pursue their profession with high levels of quality anywhere in the world.*

### **12.5. CONCLUSÕES:**

*A equipa que propõe este programa de mestrado acredita fortemente que é possível reunir na Universidade do Minho condições únicas para uma oferta formativa na área da Engenharia de Estruturas claramente competitiva e bem sucedida. É convicção desta equipa que níveis de qualidade e exigência comparáveis, em programas de mestrado equivalentes, apenas é alcançada por países desenvolvidos onde o custo de vida é várias vezes superior ao existente em Portugal, e em particular na região do Minho. Esta vantagem competitiva alia-se a um ambiente multicultural que favorece a integração, e a um claro posicionamento de Portugal como interessante ponto de contacto entre as economias europeia e ocidental por um lado, e os países emergentes lusófonos por outro.*

*Apesar da exigência dos desafios presentes, é convicção da equipa que estes devem ser aproveitados para*

*promover um salto qualitativo inevitável na oferta formativa pós-graduada da instituição. A experiência de sucesso desta equipa em projetos de formação pós-graduada internacionais anteriores, aliada a um acompanhamento ativo, atento e contínuo às necessidades do mercado, asseguram o sucesso do programa proposto e a valorização efetiva dos recursos disponíveis.*

#### **12.5. CONCLUSIONS:**

*The team responsible for the proposal of this new Master's program strongly believes that it is possible to gather at the University of Minho unique conditions for a very competitive and successful training programme in Structural Engineering. This team is convinced that levels of comparable quality in equivalent Master's programs are only achieved by developed countries where the cost of living is several times higher than the one found currently in Portugal, and most particularly in the Minho region. This competitive advantage is allied to a multicultural environment that fosters integration, and to a clear positioning of Portugal as an interesting point of contact between the European and Western economies on the one hand, and the emerging Portuguese-speaking countries on the other.*

*Despite the size of the present challenges, the team is confident that this outlook should be used positively to promote an inevitable leap in post-graduate courses offered by the institution. The successful experience of the team in previous international postgraduate training projects, combined with an active, alert and continuous monitoring of the market needs, is believed to ensure the success of the proposed program and the effective exploitation of the currently available resources while serving better the community.*