

# NCE/10/00271 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**  
*Universidade Do Porto*

**A1.a. Descrição da Instituição de ensino superior / Entidade instituidora**  
*Universidade Do Porto*

**A2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):**  
*Faculdade De Engenharia*

**A2.a. Descrição Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):**  
*Faculdade De Engenharia*

**A3. Ciclo de estudos:**  
*Mecânica Computacional*

**A3. Study cycle:**  
*Computational Mechanics*

**A4. Grau:**  
*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

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

**A5. Main scientific area of the study cycle:**  
*Engineering*

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março (CNAEF).**  
*520*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 256/2005 de 16 de Março (CNAEF), se aplicável.**  
*<sem resposta>*

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria nº 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):**  
*4 semestres*

**A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006):***4 semesters***A9. Número de vagas proposto:***30***A10. Condições de acesso e ingresso:***Podem candidatar-se ao acesso ao ciclo de estudos conducente ao grau de mestre:*

- a) Titulares do grau de licenciado em Eng Mecânica, Eng Civil, Eng Química, Eng Física, Bioengenharia, Física, Matemática, Química, Biologia e afins, ou equivalente legal;*
  - b) Titulares de um grau académico superior estrangeiro em Eng Mecânica, Eng Civil, Eng Química, Eng Física, Bioengenharia, Física, Matemática, Química, Biologia e afins, conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos organizado de acordo com o Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo;*
  - c) Titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como equivalente ao grau de licenciado pela comissão científica do ciclo de estudos;*
  - d) Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pela respectiva comissão científica.*
- Outras condições serão anualmente definidas pela comissão científica do ciclo de estudos.*

**A10. Entry Requirements:***You may apply for access to the course of study leading to a Master's degree if you:*

- a) Hold a bachelor's degree or legal equivalent, in the areas of Mechanical Eng, Civil Eng, Chemical Eng, Physics Eng, Bioengineering, Physics, Mathematics, Chemistry, Biology and related.*
  - b) Hold a foreign academic degree in the areas of Mechanical Eng, Civil Eng, Chemical Eng, Physics Eng, Bioengineering, Physics, Mathematics, Chemistry, Biology and related, corresponding to a 1st cycle of studies organized in accordance to the principles of the Bologna Process and given by an acceding State;*
  - c) Hold a foreign academic degree recognized by the Scientific Committee of the course as meeting the objectives of a bachelor's degree in this study cycle.*
  - d) Hold an academic, scientific or professional curriculum which is recognized by the respective scientific committee as attesting your capability to carry out this study cycle.*
- Other specific conditions will be set annually by the scientific committee of the course.*

## Pergunta A11

---

**Pergunta A11****A11. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):***Sim (por favor preencha a tabela seguinte 11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)***A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ... (se aplicável)**

**A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches options, profiles, major and minor, or other forms of organization of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)**

**Ramos/Opções/... (se aplicável):**

Mecânica Computacional — Sólidos  
Mecânica Computacional — Fluidos

**Branches/Options/... (if applicable):**

Computational Mechanics — Solids  
Computational Mechanics — Fluids

## A12. Estrutura curricular

---

**Anexo I - Ramo Mecânica Computacional — Sólidos****A12.1. Ciclo de Estudos:***Mecânica Computacional***A12.1. Study Cycle:***Computational Mechanics*

**A12.2. Grau:***Mestre***A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Ramo Mecânica Computacional — Sólidos***A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Solids***A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Engenharia/Engineering (1 Item)	ENG	97.5 97.5	22.5 22.5

**Anexo I - Ramo Mecânica Computacional — Fluidos****A12.1. Ciclo de Estudos:***Mecânica Computacional***A12.1. Study Cycle:***Computational Mechanics***A12.2. Grau:***Mestre***A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Ramo Mecânica Computacional — Fluidos***A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Fluids***A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Engenharia/Engineering (1 Item)	ENG	97.5 97.5	22.5 22.5

**Perguntas A13 e A14****A13. Regime de funcionamento:***Diurno***A13.1. Se outro, especifique:***Não aplicável***A13.1. If other, specify:***Not applicable***A14. Observações:***O ciclo de estudos de mestrado proposto decorrerá ao longo de quatro semestres e está organizado do seguinte modo:**i) Curso de mestrado (não conferente de grau), com uma duração total de dois semestres e meio constituída*

por um conjunto de 10 unidades curriculares (UC) correspondentes a um total de 75 ECTS (7,5 ECTS/UC). O 1º ano / 1º semestre é constituído por 4 UCs (30 ECTS) de carácter obrigatório e comuns aos dois ramos. O 1º ano / 2º semestre é constituído por 2 UCs (15 ECTS) obrigatórias do tronco comum, 1 UC (7,5 ECTS) obrigatória do ramo escolhido pelo estudante, e 1 UC (7,5 ECTS) opcional do ramo escolhido pelo estudante. O 2º ano / 1º semestre é constituído por 2 UCs (15 ECTS) opcionais do ramo escolhido pelo estudante.

ii) A elaboração de uma dissertação correspondente a um total de 45 ECTS, com uma duração total de um semestre e meio. A dissertação será elaborada durante o 1º e 2º semestres do 2º ano de forma contínua, sendo que durante o 1º semestre ocorrerá em simultâneo com a frequência das UCs do curso de mestrado.

#### A14. Observations:

*The proposed master study cycle will run over four semesters and is organized as follows:*

*i) a masters course (non-degree awarding), with a total duration of two and a half semesters, consisting of a total of 10 curricular units (UC) corresponding to a total of 75 ECTS (7.5 ECTS/UC). The 1st year / 1st semester consists of four compulsory UCs (30 ECTS) which are common to both branches. The 1st year / 2nd semester consists of two compulsory UCs (15 ECTS) common to both branches, one compulsory UC (7.5 ECTS) from the branch chosen by the student, and one optional UC (7.5 ECTS) from the branch chosen by the student. The 2nd year / 1st semester consists of two optional UCs (15 ECTS) from the branch chosen by the student.*

*ii) The preparation of a dissertation representing a total of 45 ECTS, with a total duration of one semester and a half. The dissertation will be prepared during the 1st and 2nd semester of the 2nd year in a continuous manner, and during the 1st semester it will be simultaneous with the attending of two optional UCs of the masters course.*

## Instrução do pedido

### 1. Formalização do pedido

---

#### 1.1. Deliberações

##### Anexo II - Conselho Científico/Scientific Council

#### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico/Scientific Council*

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

[1.1.2.\\_1. Acta Conselho Científico MMC.pdf](#)

##### Anexo II - Conselho Pedagógico/Academic Affairs Council

#### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico/Academic Affairs Council*

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

[1.1.2.\\_2.Acta Conselho Pedagógico MMC.pdf](#)

#### 1.2. Docente responsável

#### 1.2. Docente responsável pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

A respectiva ficha curricular deve ser apresentada no Anexo V.

*Professor José Manuel de Almeida César de Sá*

## 2. Plano de estudos

---

### Anexo III - Mecânica Computacional — Sólidos - 1º ano/1º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

#### 2.1. Study Cycle:

*Computational Mechanics*

**2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Mecânica Computacional — Sólidos***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Solids***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano/1º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos de Aproximação em Engenharia -/ Approximation Methods in Engineering	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Mecânica dos Meios Contínuos / Continuum Mechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____

**(4 Items)**

**Anexo III - Mecânica Computacional — Sólidos - 1º ano/2º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mecânica Computacional***2.1. Study Cycle:***Computational Mechanics***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Mecânica Computacional — Sólidos***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Solids***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano/2º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 2nd semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica dos Sólidos Computacional / Computational Solid Mechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Dinâmica de Estruturas Computacional / Computational Structural Dynamics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	_____
Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	Opcional/Optional
Mecânica do Contacto Computacional / Computational Contact Mechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	Opcional/Optional
Dano e Fractura Computacional / Computational Damage and Fracture	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	Opcional/Optional
Engenharia Sísmica Computacional / Computational Seismic Engineering	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	Opcional/Optional
Geomecânica Computacional / Computational Geomechanics	ENG	Semestral/Semestral	202.5	TP - 42; P - 28	7.5	Opcional/Optional

**(8 Items)**

### Anexo III - Mecânica Computacional — Sólidos - 2º ano/1º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

#### 2.1. Study Cycle:

*Computational Mechanics*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Mecânica Computacional — Sólidos*

#### 2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

*Computational Mechanics — Solids*

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

*2º ano/1º semestre*

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

*2 year / 1st semester*

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

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Mecânica do Contacto Computacional / Computational Contact Mechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional

Dano e Fractura Computacional / Computational Damage and Fracture	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Engenharia Sísmica Computacional / Computational Seismic Engineering	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Geomecânica Computacional / Computational Geomechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional

(5 Items)

### Anexo III - Mecânica Computacional — Sólidos - 2º Ano

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

#### 2.1. Study Cycle:

*Computational Mechanics*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Mecânica Computacional — Sólidos*

#### 2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

*Computational Mechanics — Solids*

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

*2º Ano*

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

*2nd year*

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

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação / Dissertation (1 Item)	ENG	Anual/Annual	1215	OT:30	45	

### Anexo III - Mecânica Computacional — Fluidos - 1º ano/1º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

#### 2.1. Study Cycle:

*Computational Mechanics*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Mecânica Computacional — Fluidos*

#### 2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

*Computational Mechanics — Fluids***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano/1º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos de Aproximação em Engenharia / Approximation Methods in Engineering	ENG	Semestral	202.5	TP:42; P:28	7.5	
Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method	ENG	Semestral	202.5	TP:42; P:28	7.5	
Mecânica dos Meios Contínuos / Continuum Mechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42; P:28	7.5	
Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42; P:28	7.5	

**(4 Items)**

**Anexo III - Mecânica Computacional — Fluidos - 1º ano/2º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mecânica Computacional***2.1. Study Cycle:***Computational Mechanics***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Mecânica Computacional — Fluidos***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Fluids***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano/2º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 2nd semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica dos Sólidos Computacional / Computational Solid Mechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	
Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	
CFD com Transporte de Calor e						

Massa e Reacção Química / CFD for Heat and Mass Transport and Chemical Reaction	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	
Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Hidráulica Computacional / Computational Hydraulics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Reologia Computacional / Computational Rheology	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Modelação da Agitação Marítima / Ocean Waves Modelling	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional

**(7 Items)**

### Anexo III - Mecânica Computacional — Fluidos - 2º ano/1º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

#### 2.1. Study Cycle:

*Computational Mechanics*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Mecânica Computacional — Fluidos*

#### 2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

*Computational Mechanics — Fluids*

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

*2º ano/1º semestre*

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

*2 year / 1st semester*

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

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Hidráulica Computacional / Computational Hydraulics	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Reologia Computacional / Computational Rheology	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional
Modelação da Agitação Marítima / Ocean Waves Modelling	ENG	Semestral	202.5	TP:42;P:28	7.5	Opcional/Optional

**(4 Items)**

### Anexo III - Mecânica Computacional — Fluidos - 2º ano

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica Computacional*

**2.1. Study Cycle:***Computational Mechanics***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Mecânica Computacional — Fluidos***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Computational Mechanics — Fluids***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação / Dissertation (1 Item)	ENG	Anual/Annual	1215	OT:30	45	

**3. Descrição e fundamentação dos objectivos****3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objectivos do ciclo de estudos.**

*A Mecânica Computacional (MC) teve um impacto profundo na ciência e tecnologia nas últimas décadas e é hoje uma área chave de investigação, educação e aplicação em todo o mundo.*

*A Mecânica dos Sólidos e a Mecânica dos Fluidos Computacionais constituíram o núcleo duro do desenvolvimento da MC. Hoje em dia ela extravasa estas áreas, com vastíssimas aplicações noutras áreas, tais como a Biologia, a Medicina e a Bioengenharia.*

*Cada vez mais códigos baseados na MC são utilizados na indústria, a nível mundial, para projectar, desenvolver e otimizar produtos e processos produtivos. Essa é uma tendência que também se começa a sentir na indústria portuguesa. Contudo, esses códigos estão muito para além, em termos científicos, do que hoje se ensina na FEUP nos cursos de 2º ciclo.*

*Pretende-se oferecer um plano de estudos focado nestes códigos computacionais, de um modo mais abrangente, especializado e avançado do que aquele que actualmente é disponibilizado pela oferta formativa existente na FEUP.*

**3.1.1. Study cycle's objectives.**

*Computational Mechanics (CM) had a profound impact on science and technology in recent decades and is now a key area of research and application worldwide.*

*Solid Mechanics and Computational Fluid Mechanics constituted the core of development of CM. Nowadays it goes beyond these areas, with vast applications in other areas such as Biology, Medicine and Bioengineering. Computer codes based on CM are extensively used in industry, worldwide, to design, develop and optimize products and production processes. This is a trend that also begins to be felt on the Portuguese industry. However, these codes are far beyond, in scientific terms, what today is taught in current 2nd cycle courses at FEUP.*

*Therefore, it is our intention to offer a curriculum focused on those computer codes, in a more comprehensive, specialized and advanced way than what is currently provided by existing training offered at FEUP.*

**3.1.2. Competências a desenvolver pelos estudantes.**

*Competências aprofundadas na área da Mecânica Computacional, com aplicações prioritárias na Mecânica dos Sólidos e Fluidos.*

*Competências de criação, formulação e análise e desenvolvimento de ferramentas computacionais de simulação de fenómenos mecânicos em problemas complexos em Engenharia.*

*Competências na compreensão das abordagens complexas que caracterizam actualmente a Mecânica*

*Computacional, permitindo a sua aplicação a diferentes áreas da Engenharia e Ciência.*

*Competências na utilização correcta dos códigos existentes em Mecânica Computacional, neles incluindo módulos de simulação para aplicações específicas exigidas pela Indústria*

### **3.1.2. Competences to be developed by students.**

*To develop computational mechanics skills, with application in both solids and fluids mechanics.*

*Developing skills of creation, formulation, analysis and development of computational tools for simulation of mechanical phenomena in engineering complex problems.*

*To develop skills in understanding the complex approaches that currently characterize Computational Mechanics, allowing its application in different areas of science and engineering.*

*To develop skills meant for the proper use of the existing codes in computational mechanics, including simulation for specific applications required by industry.*

### **3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição de ensino.**

*Com um historial educativo de mais 165 anos, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto tem como objectivo a educação e formação de profissionais de Engenharia de nível internacional, sustentadas em Investigação e Desenvolvimento de excelência com foco regional mas com qualidade reconhecida ao nível global, contemplando as vertentes científicas, técnica, ética e cultural.*

*Hoje, por força desse esforço continuado e reconhecido, a FEUP é uma Escola de referência na Tecnologia e na Ciência da Engenharia, na generalidade das áreas de especialidade, com uma larga rede de cooperação nacional e internacional.*

*O Mestrado em Mecânica Computacional partilha os princípios gerais do projecto educativo, científico e cultural da FEUP. A Faculdade de Engenharia pauta-se por elevados padrões de qualidade na formação, procurando estimular e desenvolver nos seus graduados o empreendedorismo, a criatividade e a inovação, num quadro de vincado rigor científico-técnico. Estes são parâmetros fulcrais para o desenvolvimento de competências fundamentais para o progresso técnico e tecnológico do país.*

*Também o Mestrado em Mecânica Computacional está estruturado em consonância com estes valores, com a missão de formar profissionais de Engenharia competitivos no mercado global de trabalho com a competência de actuarem como agentes de mudança no tecido empresarial.*

*A FEUP tem vindo a desenvolver o conhecimento e investigação na área da Mecânica Computacional, através da oferta formativa nos actuais Mestrados Integrados em Engenharia Mecânica, Civil e Química, muito embora esta oferta fique aquém das necessidades de maior especialização e abrangência entretanto surgidas nesta área.*

*Assim, o reforço desta área do conhecimento, através da criação do Mestrado em Mecânica Computacional, passa pela procura de uma estratégia de excelência nesta área de especialidade, de forma a enquadrar conhecimento de topo em torno de um projecto simultaneamente agregador e mobilizador.*

### **3.1.3. Coherence of the defined objectives with the institution's mission and strategy.**

*Having an educational background of over 165 years, FEUP aims at educating and training engineering professionals of international level, sustained in research and the development of excellence with a regional focus but with globally recognized quality, contemplating scientific, technical, ethical and cultural aspects.*

*Today, FEUP is a reference as School of Technology and Engineering Science, in wider areas of expertise, with a broad network of national and international cooperation.*

*The MSc in Computational Mechanics shares the general educational, scientific and cultural principles from FEUP. The Faculty of Engineering is guided by high standards in training, trying to stimulate and develop in their graduates entrepreneurship, creativity and innovation within a framework of scientific and technical rigour. These parameters are critical to the development of essential skills which are crucial for the technical and technological progress of the country.*

*The M.Sc. in Computational Mechanics is structured in line with these values, having the mission to train engineering professionals in the competitive global labor market, with the competence to act as change agents.*

*FEUP has been developing the knowledge and research in Computational Mechanics, offering courses in the current Integrated Masters in Mechanical, Civil, and Chemical Engineering, although this offer falls short of the needs of increased specialization and comprehensiveness arising in this area.*

*Thus, strengthening this area of knowledge through the creation of the Master in Computational Mechanics is the aim for a strategy of excellence in this area of expertise, assembling top knowledge in a simultaneously aggregating and mobilizing project.*

## **3.2. Adequação ao Projecto Educativo, Científico e Cultural da Instituição**

### **3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da instituição.**

*\* Missão*

*Educação e formação de profissionais de Engenharia de nível internacional, sustentadas em Investigação e Desenvolvimento de excelência com foco regional mas com qualidade reconhecida ao nível global e numa prática de extensão de reconhecida qualidade, contemplando as vertentes científica, técnica, ética e cultural.*

*\* Objectivos Estratégicos*

*1. Reconhecendo que a principal componente da sua missão é a de formar profissionais de engenharia de reconhecida qualidade e competência, a FEUP consolidará e reforçará a sua posição entre as melhores Escolas de Engenharia da Europa.*

- 1.1. *Considerando o papel fundamental que o ensino pré-graduado tem para a sociedade e para o reconhecimento externo da instituição, a FEUP desenvolverá os cursos de primeiro ciclo de modo a atrair os melhores estudantes, através da actualização do conteúdo disciplinar, da criação de um ambiente cultural propício à formação integral dos estudantes, por uma atenção especial à qualidade do ensino e, ainda, pela diferenciação dos cursos de modo a oferecer aos mais aptos as facilidades e as oportunidades só disponíveis em ambientes de excelência.*
- 1.2. *Constatando o papel cada vez mais decisivo que a formação desempenha na vida profissional de cada um, a FEUP desenvolverá uma actuação progressivamente mais alargada na formação pós-graduada, tanto ao nível dos segundos e terceiros ciclos, como ao nível da designada formação contínua. Procurar-se-á integrar progressivamente as várias formas de actuação ao nível da formação numa linha única e coerente de formação ao longo da vida, através de flexibilização da oferta ao nível de conteúdo, forma e calendário.*
2. *Reconhecendo o papel fundamental das actividades de I&D, nomeadamente, como suporte de um ensino de qualidade, a FEUP procurará alcançar uma posição cimeira, tanto a nível nacional como internacional.*
3. *Reconhecendo o carácter vital que os recursos computacionais e de informação representam para as actividades de ensino/aprendizagem, I&D e gestão, a FEUP assegurará o seu permanente desenvolvimento, nomeadamente nos aspectos de capacidade, qualidade e acessibilidade.*
4. *Reconhecendo a importância vital que uma correcta utilização dos recursos de que dispõe tem para o cumprimento da sua missão, a FEUP gerirá os seus recursos humanos, financeiros e patrimoniais de um modo moderno, profissional e eficaz.*
5. *Reconhecendo que a ligação ao meio envolvente é um aspecto importante da sua actuação, a FEUP incrementará o seu relacionamento com a comunidade envolvente.*
6. *Reconhecendo a importância especial da internacionalização da sua actividade para o cumprimento da sua missão, a FEUP incrementará as acções de cooperação com Instituições de reconhecido prestígio internacional, tanto ao nível do ensino como das actividades de I&D. A FEUP intensificará a cooperação com Escolas de Engenharia de países de língua Portuguesa.*

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

#### \* Mission

*To provide education and training in the field of Engineering on par with that provided internationally, taking into account technical, ethical and cultural factors, based on Research and Development of excellence, with a regional focus but of globally renowned quality, and on outreach activities of recognized quality.*

#### \* Strategic Objectives

1. *Recognizing that the main component of its mission is to train engineering professionals of recognized quality and competence, FEUP will consolidate and reinforce its position among the best European Schools of Engineering.*
  - 1.1. *Given the fundamental role of pre-graduate education in society and for the external recognition of the institution, FEUP will develop its undergraduate degree programs in order to appeal to the best students. This will be done by updating the content of the courses, by creating a cultural environment favourable to the all-round training of the students, by paying particular attention to the quality of teaching and also by diversifying the programs, offering to outstanding students the advantages and opportunities only available in environments where excellence is the standard.*
  - 1.2. *Conscious of the increasingly decisive role of education in a person's professional life, FEUP will broaden its postgraduate training, both for second and third cycle studies and for continuing education. FEUP will try to progressively integrate its approach to training into a coherent approach emphasizing lifelong training, by offering more flexible content, configuration and timetable options.*
2. *Recognizing the fundamental role of R&D activities, namely as the foundations of quality education, FEUP will try to attain a position of distinction in R&D, nationally and internationally.*
3. *Recognizing the vital importance of computing and information resources for the teaching/learning process, R&D and management, FEUP will ensure the continuous development of the capacity, quality and accessibility of these resources.*
4. *Recognizing the vital importance of the correct use of available resources for the fulfillment of its mission, FEUP will manage its assets and its human and financial resources in a modern, professional and effective way.*
5. *Recognizing that FEUP's connection to the surrounding environment is an important aspect of its activities, FEUP will strengthen its relationship with the surrounding community.*
6. *Recognizing the special importance of the internationalization of FEUP's activities to the fulfillment of its mission, FEUP will further develop its cooperation with institutions of renowned international prestige, both at the teaching and at the R&D level. FEUP will also strengthen its cooperation with Schools of Engineering from Portuguese-speaking countries.*

### 3.2.2. Demonstração de que os objectivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projecto educativo, científico e cultural da instituição.

*O Mestrado em Mecânica Computacional partilha os princípios gerais do projecto educativo e científico-cultural da FEUP.*

*É seu propósito procurar dotar os estudantes de competências no domínio inovador dos códigos computacionais cuja aplicação industrial se tem vindo a implementar, cada vez mais amplamente e com um vasto leque de potencialidades. Os estudantes deverão vir a desenvolver competências técnico-científicas abrangentes e aprofundadas neste domínio, mas também um perfil de integração no mercado de trabalho pautado pelo espírito de iniciativa, autonomia, criatividade e responsabilidade. Assim, ao longo do Mestrado os estudantes frequentarão aulas em que componente e fundamentos teóricos serão destacados, estando igualmente envolvidos em projectos de índole computacional que são propiciadores do desenvolvimento das competências acima listadas. A elaboração da Dissertação final de Mestrado permitirá também integrar,*

*convergir e consolidar os conhecimentos obtidos na parte curricular no desenvolvimento de um projecto em que os modelos estudados possam ser aplicados.*

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

*The Master in Computational Mechanics shares FEUP's general principles of education and scientific purposes.*

*Its aim is to provide students expertise on innovative computational codes whose industrial application has been increasingly implemented, not only more widely but also with a wide range of virtual uses. Students are expected to develop technical and scientific skills of some extensive depth in this area, integrated with market sensitivity and guided by the spirit of initiative, independence, creativity and responsibility. Thus, during the Masters students will attend classes in which these components are addressed and highlighted; they will be involved in computational projects that propitiate the development of the skills listed above. The preparation of the final Master Thesis will also integrate, converge and consolidate the knowledge gained throughout the course in developing a project in which the studied models studied can be applied.*

### **3.3. Unidades Curriculares**

#### **Anexo IV - Métodos de Aproximação em Engenharia / Approximation Methods in Engineering**

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

*Métodos de Aproximação em Engenharia / Approximation Methods in Engineering*

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Manuel de Almeida César de Sá*

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

##### **3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*A unidade curricular visa introduzir os conceitos essenciais e uma base unificadora dos métodos numéricos mais utilizados em modelos computacionais na Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos. Pretende-se ainda que o estudante adquira um conceito mais abrangente da natureza e aplicabilidade desses métodos e, consequentemente, alguma desenvoltura para abordar problemas diferentes daqueles por ele já estudados mas que podem ser tratados com os mesmos métodos.*

##### **3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The curricular unit aims to introduce the essential concepts and a unifying basis of the more used numerical methods in computational models in Solid and Fluid Mechanics. It is also expected that the student acquires a broader view of the nature and applicability of these methods and consequently, a more positive attitude to deal with different problems of those previously studied but that may be addressed with the same methods.*

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

*Conceitos gerais sobre métodos numéricos e a sua importância na engenharia.*

*Método das diferenças finitas. Condições fronteira com derivadas. Problemas não lineares. Equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Fronteiras irregulares. Problemas de convecção/difusão.*

*Método dos Resíduos Ponderados: Galerkin; colocação pontual; subdomínio. Formulações fracas. Problemas de convecção/difusão: método de Petrov-Galerkin.*

*Métodos variacionais. Funcionais, máximos e mínimos de funcionais. Equações de Euler. Condições de fronteira naturais e essenciais. Multiplicadores de Lagrange e função penalidade. Método de Ritz. Método dos mínimos quadrados. Discretização parcial. Problemas de valores de contorno. Problemas com variação no tempo e sua integração numérica.*

*Método dos Elementos Finitos. Elementos lineares e quadráticos. Elementos isoparamétricos. Derivação e integração. Integração numérica.*

*Método dos Volumes Finitos. Problemas de convecção/difusão.*

*Método dos elementos fronteira.*

##### **3.3.5. Syllabus:**

*General concepts of numerical methods and their importance in engineering.*

*Finite Difference Method. Boundary conditions with derivatives. Nonlinear problems. Elliptic, hyperbolic and parabolic equations. Irregular boundaries. Convection/diffusion problems.*

*Weighted Residual Method, Galerkin; point collocation; subdomain. Weak formulations. Convection/diffusion problems: Petrov-Galerkin method.*

*Variational methods. Functionals, critical point of a functional. Euler equations. Essential and natural boundary conditions. Lagrange multipliers and penalty function. Ritz method. Least squares method. Partial discretization. Boundary value problems. Time dependent problems and their numerical integration.*

*Finite Element Method. Linear and quadratic elements. Isoparametric elements. Derivation and integration. Numerical integration.*  
*Finite Volume Method. Convection/diffusion problems.*  
*Boundary Element Method.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade Curricular cujo conteúdo programático visa introduzir os conceitos essenciais e uma base unificadora dos métodos numéricos utilizados em Mecânica Computacional, como tal obrigatória para todos os estudantes.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course syllabus which introduces the essential concepts and a unifying basis of the numerical methods used in computational mechanics therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas teórico-práticas que consistem na exposição detalhada do programa da unidade curricular ilustrada com a resolução de exemplos de aplicação a problemas de engenharia. Resolução de alguns problemas com auxílio do MATLAB.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Theoretical and practical classes consisting on the detailed exposition of the program of the discipline, illustrated with the resolution of engineering application examples. Solution of some problems using MATLAB. Distributed evaluation with final exam*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Zienkiewicz, O. C.; Morgan K., Finite elements and approximation. ISBN: 0-471-89089-8.*

*Versteeg, H. K.; An introduction to computational fluid dynamics. ISBN: 0-582-21884-5*

**Anexo IV - Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*Renato Manuel Natal Jorge*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Compreender e Programar o Método dos Elementos Finitos aplicado ao cálculo de sólidos e estruturas.*

*No final da unidade curricular o estudante deve ter capacidade de programação do Método dos Elementos Finitos para Problemas Lineares e/ou não Lineares. Deve ter também capacidade de dissertar sobre o desenvolvimento de novos elementos e capacidade de interpretação de resultados para um leque variado de problemas.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Understanding and programming the Finite Element Method, when applied to structural and solid mechanics computations.*

*At the end of the course the student must be able to program the Finite Element Method for solving linear and/or nonlinear problems. It must also have the ability to speak about the development of new elements and ability to interpret results for a wide range of problems.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*São apresentados os conceitos básicos do método dos elementos finitos (MEF), incluindo a derivação da formulação, análise dos métodos resultantes e os aspectos essenciais da sua implementação. A apresentação é motivada por problemas lineares práticos (transferência de calor, elasticidade, etc.) e será ilustrado e complementado com aplicações reais. Neste módulo incluem-se também tópicos como problemas transientes, problemas dominados por convecção, análise do erro e adaptatividade.*

1. Método dos resíduos pesados
2. Método de Rayleigh-Ritz
3. Condições fronteira (transformação de matrizes, multiplicadores de Lagrange, penalidade)
4. Discretização por elementos finitos
5. Transformação isoparamétrica, integração numérica
6. Introdução à implementação por elementos finitos
7. Introdução aos problemas transientes (análise modal)
8. Estimação do erro e adaptatividade

### 3.3.5. Syllabus:

*The basic concepts of the finite element method (FEM) are presented, including the derivation of the formulation, an analysis of the resulting methods and the essential aspects of its implementation. The presentation is motivated by practical linear problems (heat transfer, elasticity, etc.) and it will be illustrated and complemented with real applications. This course will also include topics such as transient problems, convection dominated problems, error analysis and adaptivity.*

1. Weighted residual method
2. Rayleigh-Ritz method
3. Boundary conditions (transformation matrix, Lagrange multipliers, penalty)
4. Finite element discretization
5. Isoparametric transformation, numerical integration
6. Introduction to finite element implementation
7. Introduction to transient problems (modal analysis)
8. Error estimation and adaptivity

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Unidade Curricular cujo conteúdo programático visa proporcionar ao estudante uma completa compreensão deste método numérico desde os seus fundamentos, até à interpretação de resultados, como tal obrigatória para todos os estudantes.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Course curriculum which aims to provide students a complete understanding of this numerical method from its foundations, to the interpretation of results, therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do*

*discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Reddy, J. N.; An Introduction to the Finite Element Method. ISBN: 0-07-112799-2*

*BATHE, K. J. ; Finite Element Procedures, Prentice-Hall, 1996*

*Zienkiewicz, O. C.; The finite element method. ISBN: 0-07-084174-8(vol.1)*

*Zienkiewicz, O. C.; Finite elements and approximation*

**Anexo IV - Mecânica dos Meios Contínuos / Continuum Mechanics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica dos Meios Contínuos / Continuum Mechanics*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Francisco Manuel Andrade Pires*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Introdução à notação Tensorial e Indicial. Aquisição de proficiência no âmbito da Mecânica dos Sólidos não Linear. Capacidade de interpretação e competência para a resolução de problemas técnicos em que o comportamento dos materiais está no domínio não linear.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Introduction to tensor and indicial notations. Acquiring proficiency in nonlinear solid mechanics. Ability to interpret and competence to solve technical problems in which the behavior of materials is in the nonlinear range.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Uma descrição detalhada da mecânica dos meios contínuos não linear que inclui uma revisão dos conceitos fundamentais como movimento, deformações, tensões, leis de equilíbrio, princípios variacionais e uma introdução à plasticidade computacional.*

*1. Álgebra tensorial e análise (definições, invariantes, gradiente, divergência, teoremas integrais, ...)*

*2. Cinemática: movimento e deformação (tensores de deformação)*

*3. Pequenas deformações e compatibilidade*

*4. Tensores de tensão*

*5. Teoria constitutiva (leis da termodinâmica, energia de deformação, elasticidade)*

*6. Meios constitutivos baseados em hiperelasticidade*

*7. Problemas de contorno lineares*

*8. Introdução à plasticidade (von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)*

**3.3.5. Syllabus:**

*A detailed description of nonlinear continuum mechanics which includes a review of fundamental concepts as motion, deformation, stress, balance laws, variational principles and an introduction to computational plasticity.*

*1. Tensor algebra and mathematical analysis (definitions, invariants, gradient, divergence, integral theorems, ...)*

*2. Kinematics: motion and deformation (strain tensor)*

*3. Small deformations and compatibility*

*4. Strain tensor*

*5. Constitutive theory (laws of thermodynamics, strain energy, elasticity)*

*6. Constitutive media based in hyperelasticity*

*7. Linear boundary problems*

*8. Introduction to plasticity (von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade Curricular com conteúdo programático científico fundamental para a proficiência do estudante na*

*Mecânica dos Sólidos, como tal obrigatória para todos os estudantes.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course syllabus with scientific content for students' proficiency in Solid Mechanics, therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*G.T.Mase and G. Mase, Continuum Mechanics for Engineers, 2ª ed, CRC Press, 1999.*

*J. Bonet and R.D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press.*

*Gerhard A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics, John Willey & Sons, 2000.*

**Anexo IV - Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Manuel Laginha Mestre da Palma*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Domínio de tópicos avançados da Mecânica dos Fluidos. Capacidade de modelação de problemas de Mecânica de Fluidos e competência para a sua resolução e análise.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Mastering of advanced topics in fluid mechanics. Ability to modelling problems in Fluid Mechanics and expertise for their resolution and analysis.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Uma descrição detalhada da mecânica dos fluidos que inclui uma revisão dos conceitos fundamentais,*

*descrição das equações que regem o comportamento dos fluidos, e a modelação da turbulência*

*1.Revisão de Conceitos básicos: análise vectorial, teoremas clássicos (Greens, Gauss, Stokes), derivadas eulerianas e lagrangeanas e o teorema do transporte de Reynolds*

*2.Equações fundamentais: equações de continuidade e leis de conservação da massa, da quantidade de movimento e da energia. Classificação das equações, condições fronteira.*

*3.Características do fluxo compressível e respectivas equações*

*4.A modelação da turbulência*

*5.Uso de métodos analítico, computacional e experimental para a solução de problemas de engenharia*

### **3.3.5. Syllabus:**

*A detailed description of fluid mechanics that includes a review of basic concepts, description of the equations governing the behaviour of fluids, and turbulence modelling.*

*1. Review of basic concepts: Vector analysis, theorems (Green, Gauss, Stokes), derived Eulerian and Lagrangian derivatives, and Reynolds transport theorem.*

*2. Fundamental equations: the continuity equations and the conservation laws of mass, momentum and energy. Classification of equations, boundary conditions.*

*3. Compressible flow characteristics and its equations.*

*4. Turbulence modelling.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade Curricular com conteúdo programático científico fundamental para a proficiência do estudante na Mecânica dos Fluidos, como tal obrigatória para todos os estudantes.*

### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course syllabus with scientific content for students' proficiency in Fluid Mechanics, therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

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

*Hermann Schlichting, Boundary Layer Theory, Springer*

*Frank M. White, Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill*

## **Anexo IV - Mecânica dos Sólidos Computacional / Computational Solid Mechanics**

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

*Mecânica dos Sólidos Computacional / Computational Solid Mechanics*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Francisco Manuel Andrade Pires*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*O objectivo é apresentar a mecânica não linear dos meios contínuos e as técnicas numéricas, baseadas no método dos elementos finitos, associadas de uma forma unificada. Aquisição da capacidade de descrever os fenómenos da Mecânica dos Sólidos não linear através de algoritmos numéricos. Competência para resolver e analisar problemas da Mecânica dos Sólidos não linear. Os conhecimentos a adquirir são complementares das matérias leccionadas nas unidades curriculares de Mecânica dos Meios Contínuos e de Método dos Elementos Finitos.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The aim is to present the nonlinear continuum mechanics and numerical techniques, based on the finite element method, combined in a unified way. Acquisition of the ability to describe the phenomena of nonlinear solid mechanics through numerical algorithms. Competence to analyze and solve problems in nonlinear solid mechanics. The knowledge to be acquired are complementary to the material taught in the disciplines of Continuum Mechanics and Finite Element Method.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Descrição dos métodos numéricos aplicados à modelação do comportamento não linear dos sólidos. Particular ênfase será dada à integração dos modelos constitutivos e à inserção da não linearidade material no contexto do método dos elementos finitos. A apresentação cobrirá tanto os aspectos teóricos essenciais bem como as aplicações práticas.*

- 1. Modelação constitutiva dos materiais*
- 2. Elasticidade e visco-elasticidade*
- 3. Plasticidade e viscoplasticidade*
- 4. Mecânica do dano contínuo e visco dano*
- 5. Estabilidade do material*
- 6. Técnicas numéricas na modelação do comportamento não linear dos sólidos*
- 7. Tópicos avançados: mecânica do contacto e extensão para grandes deformações (breve introdução)*

**3.3.5. Syllabus:**

*Description of numerical methods for modelling the nonlinear behaviour of solids. Particular emphasis will be given to the integration of the constitutive models and the inclusion of material nonlinearity in the context of the finite element method. The presentation will cover both theoretical aspects as well as essential practical applications.*

- 1. Constitutive modelling of materials.*
- 2. Elasticity and visco-elasticity.*
- 3. Plasticity and viscoplasticity.*
- 4. Continuum damage mechanics and viscous damage.*
- 5. Material stability.*
- 6. Numerical techniques in modelling the nonlinear behaviour of solids.*
- 7. Advanced topics: mechanics of contact and extension to large deformations (brief introduction).*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade Curricular basilar da Mecânica Computacional, cujo conteúdo programático é a aplicação dos conceitos adquiridos nas cadeiras científicas de base (Mecânica dos Meios Contínuos e Método dos Elementos Finitos), como tal obrigatória para todos os estudantes.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course of basilar Computational Mechanics, whose curriculum is the application of concepts learned in basic scientific Curricular Units (Continuum Mechanics and Finite Element Method), therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Javier Bonet & Richard D. Wood; Nonlinear Continuum mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press*

*E.A. de Souza Neto, D. Peric & D.R.J. Owen; COMPUTATIONAL METHODS FOR PLASTICITY, Wiley, 2008. ISBN: 978-0-470-69452-7*

*T. Belytschko & W.K. Liu & B. Moran; Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley*

**Anexo IV - Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics****3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Manuel Laginha Mestre da Palma*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Aplicação da teoria da Mecânica dos Fluidos no desenvolvimento de modelos computacionais. Capacidade para a conceptualização de modelos discretos e sua algoritmização. Capacidade para a resolução e análise de problemas em Mecânica dos Fluidos.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Applying the theory of fluid mechanics in the development of computational models. Capacity for the conceptualization of discrete models and their algorithmization. Ability to solve and analyze problems in fluid mechanics.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Descrição das técnicas numéricas aplicadas à modelação do comportamento dos fluidos.*

*1.As equações fundamentais da mecânica dos fluidos*

*2.Leis escalares conservativas não lineares*

*3.Volumes finitos para leis de conservação não lineares*

*4.Turbulência*

*5.Tópicos avançados*

**3.3.5. Syllabus:**

*Description of numerical techniques applied to modelling the behaviour of fluids.*

*1. The fundamental equations of fluid mechanics.*

*2. Scalar nonlinear conservative laws.*

*3. Finite volume method for nonlinear conservation laws.*

4. *Turbulence.*

5. *Advanced topics. Description of numerical techniques applied to modelling the behaviour of fluids.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*Unidade Curricular basilar da Mecânica Computacional, cujo conteúdo programático é a aplicação dos conceitos adquiridos nas cadeiras científicas de base (Mecânica dos Fluidos Avançadas e Métodos de Aproximação em Engenharia),, como tal obrigatória para todos os estudantes.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course of basilar Computational Mechanics, whose curriculum is the application of concepts learned in basic scientific Curricular Units (Advanced Fluid Mechanics and Approximation Methods in Engineering), therefore compulsory for all students.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Versteeg, H. K.; An introduction to computational fluid dynamics.*

*John David Anderson, Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications, McGraw-Hill*

*Joel H. Ferziger and Milovan Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer Verlag*

#### **Anexo IV - CFD com Transporte de Calor e Massa e Reacção Química/CFD for Heat Mass Transport Chemical Reaction**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*CFD com Transporte de Calor e Massa e Reacção Química/CFD for Heat Mass Transport Chemical Reaction*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Carlos Brito Lopes*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*Madalena Maria Gomes Queiroz Dias*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Os objectivos incluem: compreensão dos fenómenos físicos e químicos associados a processos industriais; desenvolvimento de modelos para a representação desses fenómenos; utilização de ferramentas de CFD na resolução de aplicações práticas.*

*Aquisição de competências em processo que envolvem transferência de massa, calor e reacção química, nomeadamente: consolidação da compreensão desses fenómenos; modelização de processos industriais; simulação de processos utilizando de ferramentas de CFD.*

### **3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The objectives include: understanding the physical and chemical processes associated with industrial processes; development of models for the representation of these phenomena; using CFD tools to solve practical applications.*

*Acquisition of skills in processes involving mass transfer, heat and chemical reaction, including: strengthening the understanding of these phenomena; modeling of industrial processes; process simulation using CFD tools.*

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

*Revisão de conceitos básicos sobre Transporte de Calor e Massa. Introdução à Engenharia da Reacção Química.*

*Introdução à modelização de simulação de processos envolvendo transporte de calor, massa e reacção química*

*Modelização e simulação de processos industriais usando CFD.*

### **3.3.5. Syllabus:**

*Review of basic concepts of Heat and Mass Transport. Introduction to Chemical Reaction Engineering.*

*Introduction to simulation modeling of processes involving transport of heat, mass and chemical reaction*

*Modeling and simulation of industrial processes using CFD.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade Curricular cujo conteúdo programático permitirá ao estudante compreender os fenómenos físicos e químicos associados a processos industriais, conceptualizá-los, analisá-los e controlá-los. É uma Unidade Curricular obrigatória para os estudantes do ramo Mecânica Computacional — Fluidos.*

### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Course syllabus which will allow the student to understand the physical and chemical processes associated with industrial processes, to conceptualise them, analyze them and control them. Course is a compulsory for students of the branch Computational Mechanics - Fluids.*

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

*Aulas teórico-práticas de exposição das matérias, resolução e discussão de problemas.*

*Avaliação distribuída com exame final. A parte de avaliação distribuída inclui a realização individual de problemas simples propostos ao longo do curso e a realização e apresentação de um trabalho final em grupo.*

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

*Theoretical and practical exposure of the course material, discussion and resolution of problems.*

*Distributed evaluation with final exam. The continuous evaluation part includes the individual solution of simple problem proposed in the classroom, and the submission of a final group project.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

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

*R.B: Bird, W.E. Stewart, e E.N. Lightfoot. Transport Phenomena (2nd ed.). John Wiley and Sons, 2002.*

*W.E. Schiesser, C.A. Silebi. Computational transport phenomena: numerical methods for the solution of transport problems. Cambridge University Press, 1997.*

## **Anexo IV - Dinâmica de Estruturas Computacional / Computational Structural Dynamics**

**3.3.1. Unidade curricular:***Dinâmica de Estruturas Computacional / Computational Structural Dynamics***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):***José Fernando Dias Rodrigues***3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:***No final o estudante deverá:*

- *conhecer os principais fundamentos da teoria de dinâmica de estruturas;*
- *compreender o comportamento dinâmico de estruturas;*
- *ser capaz de definir modelos físico/matemáticos de estruturas;*
- *conseguir aplicar técnicas adequadas de resolução aos modelos matemáticos típicos;*
- *ter capacidade e conhecimentos para interpretar e criticar os resultados;*
- *conseguir projectar ou alterar estruturas por forma a que as suas características dinâmicas sejam as desejadas para determinada aplicação.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:***At the end of the course the student should:*

- *know the main concepts of the theory of structural dynamics;*
- *understand the dynamic behaviour of structures;*
- *be able to define physical/mathematical models of structures;*
- *be able to apply appropriate techniques for solving the most common mathematical models;*
- *have the ability and knowledge to interpret and criticize the results;*
- *be able to design or make modifications to structures so that their dynamic characteristics are the most suitable for a particular application.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:***Fundamentos da Dinâmica de Estruturas: modelo físico; modelo matemático.**Sistemas com um grau de liberdade: equação diferencial, vibração livre, frequência natural, vibração forçada, resposta a uma excitação harmónica, frequência de ressonância, função de resposta em frequência, espectro de choque, integração directa.**Sistemas com n graus de liberdade: coordenadas generalizadas, princípio variacional de Hamilton, equações de Lagrange, equação matricial, vibração livre não amortecida, frequências e formas naturais, vectores modais, resposta a uma excitação inicial, quociente de Rayleigh, resposta a uma excitação harmónica, resposta a uma excitação genérica. Análise modal, integração directa, modelo espacial, modelo modal, modelo de resposta, métodos de redução.**Sistemas contínuos: vibração transversal de uma corda, vibração longitudinal de barras, torção de veios, flexão de vigas e placas, membranas, frequências e formas naturais, resposta forçada, análise modal, métodos aproximados.***3.3.5. Syllabus:***Fundamentals of Structural Dynamics: physical model, mathematical model.**Systems with one degree of freedom: differential equation, free vibration, natural frequency, forced vibration, response to a harmonic excitation, resonant frequency, frequency response function, shock spectrum, direct integration.**Systems with n degrees of freedom: generalized coordinates, Hamilton's variational principle, Lagrange equations, matrix equation, undamped free vibration frequencies and natural modes, modal vectors, response to an initial excitation, Rayleigh quotient, response to a harmonic excitation, responding to a generic excitation. Modal analysis, direct integration, spatial model, modal model, response model, reduction methods.**Continuous systems: transverse vibration of a string, longitudinal vibration of bars, torsion of shafts, bending of beams and plates, membranes, frequencies and natural modes, forced response, modal analysis, approximate methods***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Unidade Curricular cujo conteúdo programático permitirá ao estudante ser capaz de compreender o comportamento físico das estruturas, conceptualizá-lo, analisá-lo, e controlá-lo. É uma Unidade Curricular obrigatória para os estudantes do ramo Mecânica Computacional — Sólidos.***3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***Course syllabus which will allow the student to be able to understand the physical behavior of structures, to conceptualise it, analyze it, and control it. Course is compulsory for students of the branch Computational*

*Mechanics - Solids.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

### **3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

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

*Clough, Ray W.; Dynamics of structures. ISBN: 0-07-011392-0*

*Bathe, Klaus-Jurgen; Finite element procedures in engineering analysis. ISBN: 0-13-317305-4*

## **Anexo IV - Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization**

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

*Métodos Avançados de Discretização / Advanced Methods of Discretization*

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*António Joaquim Mendes Ferreira*

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*José Manuel de Almeida César de Sá*

### **3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*O objectivo é formar os estudantes em técnicas recentes de simulação numérica baseadas em métodos sem malha. Capacidade para a aplicação de conceitos e técnicas de desenvolvimento recente a novos problemas de engenharia. Competência para identificar problemas em que a utilização destas técnicas seja competitiva.*

### **3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The aim is to train students in recent techniques of numerical simulation based on meshless methods. Ability to apply recently developed concepts and techniques to new engineering problems. Competence to identify problems in which the use of these techniques is competitive.*

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

*São apresentados tópicos avançados para a resolução de equações de derivadas parciais com aplicação numa grande variedade de problemas em engenharia e outras áreas. Os tópicos incluem Elementos Finitos Avançados (Discontinuous Galerkin, level sets, X-FEM) e métodos sem malha.*

*Elementos Finitos Avançados:*

*1.Método de Galerkin descontínuo para problemas hiperbólicos. Solução de problemas de Riemann e fluxos numéricos*

2. Método de Galerkin descontínuo para problemas elípticos
3. Método dos elementos finitos estendido (X-FEM) e aplicações (simulação de fendas, inclusões e furos, interfaces de material)
4. Curvas de nível
- Métodos sem malha:
5. Visão geral de métodos sem malha
6. Aproximação por mínimos quadrados móvel
7. Método de Galerkin sem elemento
8. Smooth particle hydrodynamics.
9. Função de base radial
10. Implementação de condições de fronteira essenciais
11. Acoplamento de elementos finitos com métodos sem malha
12. Elementos discretos: método e aplicações
13. Formulação básica

### 3.3.5. Syllabus:

*Advanced topics are presented for solving partial differential equations with applications in a variety of problems in engineering and other areas. Topics include Advanced Finite Element Methods (Discontinuous Galerkin, level sets, X-FEM) and meshless methods.*

*Advanced Finite Elements:*

1. DGM for hyperbolic problems. Solution of Riemann problems and numerical flow
2. DGM for elliptic problems
3. Extended finite element method (X-FEM) and applications (simulation of cracks, inclusions and holes, material interfaces)
4. Contour levels

*Meshless methods:*

5. Overview of meshless methods
6. Moving least squares approximation
7. Galerkin method without element
8. Smooth particle hydrodynamics.
9. Radial basis function
10. Implementation of essential boundary conditions
11. Coupling of the finite element method with meshless methods
12. Discrete elements: method and applications
13. Basic formulation

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A Unidade Curricular opcional Métodos Avançados de Discretização é comum aos dois ramos destinando-se a estudantes com um maior interesse no desenvolvimento de novas técnicas de discretização e resolução de problemas de Mecânica Computacional.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The optional UC Advanced Methods of Discretization is common to both branches, and is designed for students with a greater interest in developing new techniques for discretization and solution of computational mechanics problems.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-*

*aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

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

*G.R. Liu, An Introduction to Meshfree Methods and Their Programming, CRC Press*

*G.R. Liu, Meshfree Methods: Moving Beyond the Finite Element Method, CRC Press*

*S. N. Atluri and S. Shen, The Meshless Local Petrov-Galerkin (MLPG) Method, Tech Science Press, Encino, CA, 2002.*

*Soheil Mohammadi, Extended finite element method for Fracture Analysis of Structures, Blackwell Publishing*

## **Anexo IV - Mecânica do Contacto Computacional / Computational Contact Mechanics**

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

*Mecânica do Contacto Computacional / Computational Contact Mechanics*

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Manuel de Almeida César de Sá*

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*Francisco Manuel Andrade Pires*

### **3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Aplicação da teoria não linear dos Meios Contínuos a problemas de contacto, bem como a sua implementação computacional.*

### **3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Application of the nonlinear theory of Continuum Mechanics to contact problems and its computational implementation*

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

*Uma revisão detalhada dos conceitos fundamentais da mecânica do contacto computacional para engenheiros que inclui: a cinemática do contacto, algoritmos de pesquisa do contacto, operadores tangentes consistentes do contacto, algoritmos de solução do contacto. Vários exemplos práticos de aplicação, da solução por elementos finitos, de problemas da mecânica do contacto, tais como: impacto de corpos, dinâmica de múltiplos corpos, processos de conformação de metais, problemas acoplados, etc.*

*1.Introdução à Mecânica do Contacto*

*2.Cinemática do contacto*

*3.Algoritmos de pesquisa do contacto*

*4.Formulação por elementos finitos*

*5.Operadores tangentes do contacto*

*6.Estratégia computacional*

*7.Problemas de Mecânica do Contacto*

*8.Problemas acoplados*

*9.Aspectos computacionais e de programação*

*10.Aplicações práticas*

### **3.3.5. Syllabus:**

*A comprehensive review of fundamental concepts of computational contact mechanics for engineers including: contact kinematics, contact search algorithms, consistent contact tangent operators, contact solution algorithms. Several examples of application of the finite element method solution of problems of contact mechanics, such as: impact of bodies, multibody dynamics, metal forming processes, coupled problems, etc..*

*1. Introduction to Contact Mechanics*

*2. Kinematics of contact*

*3. Contact search algorithms*

*4. Finite element formulation*

*5. Contact tangent operators*

*6. Computational strategy*

*7. Contact mechanics problems*

*8. Coupled problems*

9. Computational and programming aspects

10. Practical applications

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidades curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível às restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Peter Wriggers, Computational Contact Mechanics, ed. Wiley*

*Laursen, T.A. (2002), Computational Contact and Impact Mechanics: Fundamentals of Modeling Interfacial Phenomena in Nonlinear Finite Element Analysis, Springer-Verlag, Heidelberg.*

**Anexo IV - Dano e Fractura Computacional / Computational Damage and Fracture**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Dano e Fractura Computacional / Computational Damage and Fracture*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*O objectivo é formar os estudantes em técnicas recentes de simulação numérica do processo de degradação estrutural de materiais metálicos e compósitos*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The aim is to train students in recent techniques of numerical simulation of structural degradation of metallic and composite materials*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*São apresentados os aspectos fundamentais da resposta mecânica dos materiais para projecto incluindo dano e fractura de metais, polímeros e compósitos. A ênfase é colocada na descrição da mecânica dos meios contínuos e aspectos computacionais.*

*Tópicos:*

- 1. Visão geral dos materiais metálicos, poliméricos e compósitos laminados: química básica e microestrutura, resposta mecânica, ensaios experimentais*
- 2. Modelos constitutivos para aplicações de engenharia: formulação e implementação numérica*
- 3. Polímeros: grandes deformações elásticas (borracha) e visco elasticidade, amolecimento da tensão, aplicação a componentes reais*
- 4. Compósitos: elasticidade anisotrópica linear, critérios de cedência, modelos de dano e aplicações a problemas reais*
- 5. Fractura e Fadiga*
- 6. Mecânica da fractura linear elástica: teoria Griffith, factores de intensidade de tensão, integral J*
- 7. Métodos numéricos específicos*
- 8. Extensão à elasticidade não linear e inelasticidade*
- 9. Previsão de vida à Fadiga*

**3.3.5. Syllabus:**

*The fundamental aspects of the mechanical response of design materials are presented, including damage and fracture of metals, polymers and composites. Emphasis is placed on the description of continuum mechanics and computational aspects.*

*Topics:*

- 1. Overview of metallic, polymer and laminated composites: basic chemistry and microstructure, mechanical response, experimental tests*
- 2. Constitutive models for engineering applications: formulation and numerical implementation*
- 3. Polymers: large elastic deformation (rubber) and viscoelasticity, stress softening, application to real components*
- 4. Composites: linear anisotropic elasticity, yield criteria, damage models and applications to real problems*
- 5. Fracture and fatigue*
- 6. Linear elastic fracture mechanics: Griffith's theory, stress intensity factors, J integral*
- 7. Specific numerical methods*
- 8. Extension to nonlinear elasticity and inelasticity*
- 9. Life prediction under fatigue*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível às restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade,*

*profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

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

*J. Lemaitre, A course on damage mechanics, Berlin, Heidelberg, New York: Springer, (1996).*

*Lemaitre, J. and R. Desmorat (2005). Engineering damage mechanics: ductile, creep, fatigue and brittle failures Springer-Verlag, Amersterdam (The Netherlands).*

## **Anexo IV - Engenharia Sísmica Computacional / Computational Seismic Engineering**

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

*Engenharia Sísmica Computacional / Computational Seismic Engineering*

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Raimundo Moreno Delgado*

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*António José Coelho Dias Arêde*

*José Miguel de Freitas Castro*

### **3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*O objectivo desta unidade curricular consiste em aplicar as técnicas de análise computacional aprendidas ao longo do ciclo de estudos à análise sísmica de estruturas. A frequência da UC permitirá adquirir competências que permitam o apoio aos engenheiros estruturais no cálculo avançado de estruturas sujeitas à acção sísmica, especialmente no uso de metodologias que envolvam o comportamento não linear dos materiais.*

### **3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The aim of this course is to apply the techniques of computational analysis to the analysis of seismic structures. The acquired skills will enable support to structural engineers in advanced calculus of structures subjected to seismic action, especially in the use of methodologies that involve the nonlinear behavior of materials.*

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

*Engenharia Sísmica, no que se refere à determinação os efeitos da acção dos sismos nas estruturas, envolve a utilização de modelos de análise estrutural de elevada complexidade a que se associa a necessidade de consideração do comportamento não linear dos materiais. No âmbito desta unidade curricular serão abordados os aspectos particulares de utilização das ferramentas de análise computacional, já conhecidas, à análise sísmica de estruturas. Serão abordados os seguintes tópicos.*

- 1. Formulação matricial do método dos deslocamentos*
- 2. Dinâmica estrutural*
- 3. Aspectos computacionais da análise estrutural*
- 4. Caracterização da acção sísmica*
- 5. Introdução ao comportamento sísmico de estruturas*
- 6. Aspectos computacionais da análise dinâmica linear de estruturas*
- 7. Aspectos computacionais da análise estática não linear*
- 8. Aspectos computacionais da análise dinâmica não linear*

### **3.3.5. Syllabus:**

*The Earthquake Engineering, with regard to determining the effects of the action of earthquakes on structures, involves the use of structural analysis models of high complexity that is associated with the need for consideration of the nonlinear behavior of materials. This course will deal with particular aspects of using computational analysis tools to the seismic analysis of structures. The following topics will be addressed.*

- 1. Matrix formulation of the displacement method*
- 2. Structural dynamics*
- 3. Computational aspects of structural analysis*
- 4. Characterization of the seismic action*
- 5. Introduction to the seismic behavior of structures*
- 6. Computational aspects of linear dynamic analysis of structures*

7. *Computational aspects of nonlinear static analysis*  
 8. *Computational aspects of nonlinear dynamic analysis.*

- 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível ás restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*
- 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*
- 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Aulas teórico-práticas.  
 Avaliação com trabalhos práticos e exame final.*
- 3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*Lectures and practical classes.  
 Assessment with practical assignments and final exam.*
- 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**  
*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.  
 É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*
- 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**  
*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.  
 It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*
- 3.3.9. Bibliografia principal:**  
*Ghali, A - Structural analysis: a unified classical and matrix approach. 4th ed . London : E & FN Spon, 1997.  
 Barbat, Alex H. - Estructuras sometidas a acciones sismicas: cálculo por ordenador. 2nd ed. Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numericos en Ingenieria, cop. 1994. ISBN 84-87867-10-3  
 Chopra, Anil K. - Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. Englewood Cliffs: Prentice Hall International, 1995.*

#### **Anexo IV - Geomecânica Computacional / Computational Geomechanics**

- 3.3.1. Unidade curricular:**  
*Geomecânica Computacional / Computational Geomechanics*
- 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**  
*António José de Magalhães Silva Cardoso*
- 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**  
*José Manuel Mota Couto Marques  
 António Milton Topa Gomes*
- 3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**  
*O objectivo é apresentar os aspectos específicos da modelação numérica em Geotecnia pelo método dos elementos finitos, procurando associar os fundamentos teóricos e algorítmicos com a utilização de programas na solução de problemas com relevância do ponto de vista geotécnico. Os conhecimentos a adquirir são complementares das matérias leccionadas nas unidade curriculares de Mecânica dos Meios Contínuos e de Método dos Elementos Finitos. A frequência da UC permitirá adquirir competências que permitam o apoio aos engenheiros geotécnicos na análise do comportamento de solos e massiços rochosos, especialmente no caso de problemas acoplados hidro-mecânicos.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The aim is to present specific aspects of numerical modeling in geomechanics with the finite element method, seeking to associate the theoretical and algorithmic basis with the use of software in solving problems of relevance from the geotechnical point of view. The knowledge to be acquired is complementary to the material taught in the Continuum Mechanics and Finite Element Method courses. The frequency of the UC will provide skills to enable support to geotechnical engineers in analyzing the behavior of soils and rock masses, especially in the case of coupled hydro-mechanical problems.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Descrição de métodos numéricos de modelação do comportamento não linear de estruturas geotécnicas. Será dada particular ênfase à consideração do estado de tensão inicial e à modelação das fases construtivas (em particular de aterros e escavações). Serão apresentados modelos constitutivos específicos para solos e rochas. Será abordada a percolação em solos e rochas. Serão considerados problemas acoplados hidro-mecânicos. A apresentação cobrirá tanto os aspectos teóricos essenciais bem como as aplicações práticas.*

- 1. Modelos constitutivos para solos. Modelos dos estados críticos. Solos saturados e não saturados.*
- 2. Modelos constitutivos para rochas.*
- 3. Percolação.*
- 4. Consolidação.*
- 5. Melhoramento e reforço de maciços.*
- 6. Dinâmica de solos.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Description of numerical methods for modeling the nonlinear behavior of geotechnical structures. Particular emphasis will be given to the consideration of the initial stress state and the modeling of the construction phases (especially landfills and excavations). Specific constitutive models for soils and rocks will be presented. Percolation in soils and rocks will be addressed. Coupled hydro-mechanical problems will be considered. The presentation will cover both theoretical aspects as well as practical applications.*

- 1. Constitutive models for soils. Critical state models. Saturated and unsaturated soils.*
- 2. Constitutive models for rocks.*
- 3. Percolation.*
- 4. Consolidation.*
- 5. Improvement and strengthening of rock masses.*
- 6. Soil dynamics.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível às restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico-Práticas.*

*Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos.*

*Nas aulas Teórica-Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and theoretical-practical classes.*

*The course material will be introduced in the lectures.*

*In the theoretical-practical classes the students will be given individual assignments to be completed in class and at home.*

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*David M. Potts & Lidija Zdravković; Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering, Thomas Telford  
David Muir Wood; Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics, Cambridge University Press*

**Anexo IV - Hidráulica Computacional / Computational Hydraulics****3.3.1. Unidade curricular:**

*Hidráulica Computacional / Computational Hydraulics*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Manuel Maria Pacheco Figueiredo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Domínio dos princípios fundamentais que regem os problemas mais frequentes da Hidráulica e aquisição de capacidade para: (i) formular e desenvolver soluções numéricas e os correspondentes modelos computacionais para os problemas mais simples; (ii) compreender e utilizar aplicações computacionais existentes para os problemas de formulação e resolução mais pesada e/ou complexa.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Mastery of the fundamental principles governing the most frequent problems of Hydraulics and acquisition of capacity to: (i) formulate and develop numerical solutions and corresponding computational models for the simplest problems; (ii) understand and use existing computer applications to problems of more complex formulation and/or heavier resolution.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Revisão das equações fundamentais dos problemas mais frequentes no domínio da Hidráulica, nomeadamente os escoamentos com superfície livre e em pressão e a qualidade da água em sistemas de abastecimento de água, orientada para a formulação, desenvolvimento e aplicação de modelos numéricos para a respectiva resolução.*

*1. Escoamento com superfície livre.*

*1.1 Equações fundamentais.*

*1.2 Escoamentos permanentes: uniforme, gradual e rapidamente variados. Formulações matemática e numérica.*

*1.3 Escoamento não permanentes: gradual e rapidamente variados. Formulações matemática e numérica.*

*2. Escoamento em pressão.*

*2.1 Equações fundamentais.*

*2.2 Escoamento permanente. Redes de distribuição. Formulações matemática e numérica.*

*2.3 Escoamentos variáveis em condutas gravíticas e elevatórias. Formulação matemática. Método das Características.*

*3. Qualidade da água em sistemas de abastecimento.*

*3.1 Equações fundamentais.*

*3.2 Modelos cinéticos.*

*3.3 Formulações matemática e numérica.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Review of the fundamental equations of the most frequent problems in Hydraulics, including free surface flow and pressure flow and water quality in water supply systems, geared to the formulation, development and application of numerical models for its resolution.*

*1. Free surface flow.*

*1.1 Fundamental equations.*

*1.2 Permanent flow: uniform, gradually and rapidly varied. Mathematical and numerical formulations.*

*1.3 Transient flow: progressive and rapidly varied. Mathematical and numerical formulations.*

*2. Pipe flow.*

*2.1 Fundamental equations.*

*2.2 Permanent flow. Water supply networks. Mathematical and numerical formulations.*

*2.3 Transient flow in gravity-flow pipelines and pumping pipelines. Mathematical formulation. Method of*

*characteristics.*

**3. Water quality in water supply systems.**

**3.1 Fundamental equations.**

**3.2 Kinetic models.**

**3.3 Mathematical and numerical formulations.**

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível ás restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas teórico-práticas. Avaliação distribuída com exame final.*

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

*Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*BETÂMIO de ALMEIDA, A. e KOELLE, E. (1992), Fluid Transients in Pipe Networks, Computational Mechanics Publications, Elsevier.*

*CHOW, V. T. (1959), Open-channel Hydraulics, McGraw-Hill.*

*MARQUES, J. A. S e SOUSA, J. J. O. (2009), Hidráulica Urbana e Ambiental. Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, Universidade de Coimbra.*

*NOVAIS BARBOSA, J. (1986), Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral, Porto Editora.*

*OSMAN AKAN, A. (2006), Open Channel Hydraulics, Elsevier.*

*SHARP, B. e SHARP, D. (1995), Water Hammer. Practical Solutions, Elsevier.*

**Anexo IV - Reologia Computacional / Computational Rheology**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Reologia Computacional / Computational Rheology*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Manuel António Moreira Alves*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Apresentação de metodologias numéricas usadas em reologia computacional, no contexto do método dos volumes finitos, e ilustração da solução de alguns problemas de referência.*

*Aquisição de competências no âmbito da reologia e da modelação do escoamento de fluidos não newtonianos em condições de regime laminar. Competência para analisar e resolver problemas de escoamento de fluidos não newtonianos em contexto industrial.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Presentation of numerical methodologies used in computational rheology, in the context of the finite volume method, and illustration of the solution procedure for some major problems.*

*Acquisition of skills in the context of rheology and the modelling of non-Newtonian fluids in laminar flow conditions. Competence to analyze and solve problems of disposing of non-Newtonian fluids in an industrial context.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Descriçã d métodos numéricos usados na modelaçã do escoam/o d fluidos n newtonianos.Será dado particular ênfase à utilizaçã d modelos constitutivos diferenciais no contexto do método dos volumes finitos.Sã apresentados os conceitos teóricos,acompanhados por ilustrações diversas d aplicações práticas e d problemas d referência(benchmark).1Fluidos n newtonianos2Equações constitutivas p/ modelaçã da viscoelasticidade(modelos convectivo superior d Maxwell,Oldroyd-B,Phan-ThienTanner,Giesekus e FENE).Propriedades materiais em escoam/os d corte e extensional.3Equações fundamentais:leis d conservaçã da massa,quantidade d movim/o e energia;equações constitutivas.4Discretizaçã das equações segundo o método dos volumes finitos.5Classificaçã das equações,condições d contorno e método de soluçã.6Técnicas numéricas avançadas:acoplam/o pressão-velocidade-tensão;métodos d alta-resoluçã.7Problemas d referência (benchmark)em reologia computacional.O problema do elevado nºd Weissenberg,e metodologias p/ a sua soluçã*

**3.3.5. Syllabus:**

*Description of numerical methods used in modelling the flow of non-Newtonian fluids.Particular emphasis will be given to the use of differential constitutive models in the context of the finite volume method.Theoretical concepts will be presented,besides the illustration of several practical applications and benchmark problems.*

*1.Non-Newtonian fluids*

*2.Constitutive equations for viscoelasticity modelling(upper convective Maxwell model,Oldroyd-B,Phan Thien-Tanner,FENE and Giesekus).Material properties in shear and extensional flows.*

*3.Fundamental equations:conservation laws of mass,momentum and energy,constitutive equations.*

*4.Discretization of the equations by the finite volume method.*

*5.Classification of equations,boundary conditions and solution method.*

*6.Advanced numerical techniques:pressure-velocity-stress coupling,methods of high-resolution.*

*7.Benchmark problems in computational rheology.Examples.The problem of the high Weissenberg number,and methodologies for its solution*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível às restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas teórico-práticas. Exposição dos conteúdos programáticos e resolução de exemplos de aplicação. Avaliação distribuída com exame final*

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

*Lectures and practical classes. Exposure of the syllabus and resolution of application examples. Distributed evaluation with final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

R. G. Owens & T. N. Phillips. "Computational Rheology", World Scientific Publishing Company, 2002. ISBN: 978-1860941863.

H. Versteeg & W. Malalasekera. "An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method Approach", Prentice Hall, 1996. ISBN: 978-0582218840.

**Anexo IV - Modelação da Agitação Marítima / Ocean Waves Modelling****3.3.1. Unidade curricular:**

*Modelação da Agitação Marítima / Ocean Waves Modelling*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*Compreensão dos conceitos físicos de geração, propagação, deformação e dissipação das ondas no mar.*

*Compreensão dos modelos matemáticos para esses conceitos*

*Competência para a utilização de ferramentas computacionais na modelação da geração e propagação de ondas, e de interacção onda-estrutura no contexto de problemas de oceanografia (previsão da agitação marítima) e de engenharia costeira (simulação de cenários).*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*Understanding of the physical concepts of generation, propagation, deformation and dissipation of ocean waves sea. Understanding of the mathematical models for these concepts.*

*Competence for the use of computational tools to model the generation and propagation of waves and wave-structure interaction problems in the context of oceanography (sea wave prediction) and coastal engineering (simulating design scenarios).*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceitos básicos de propagação de ondas. Descrição dos modelos de ondas em águas profundas (oceânicas) e em águas pouco profundas (costeiras). Distinção entre modelos com e sem resolução de fase. Esquemas numéricos a aplicar em cada caso e definição das condições de fronteira. Aplicação a casos de estudo.*

*1. Conceitos básicos de propagação de ondas. Processos de geração, transformação e dissipação das ondas.*

*2. Modelos lineares para ondas de amplitude infinitesimal. Ondas monocromáticas. Equações de elípticas de Helmholtz e de Berkhoff. Discretização da equação de Berkhoff pelo método dos elementos finitos (MEF).*

*3. Modelos com resolução de fase. Modelos não lineares para ondas longas de amplitude finita. Modelos não dispersivo (Saint-Venant) e dispersivo (Boussinesq). Problemas de estabilidade e precisão na discretização de modelos de ondas longas pelo MEF.*

*4. Modelos sem resolução de fase. Descrição estatística das ondas. Conceito de espectro de energia. Descrição do modelo SWAN.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Fundamental concepts of wave propagation. Description of wave models in deep water (ocean) and in shallow waters (coastal). Distinction between phase averaging models and phase resolving models. Numerical schemes methods applied in each case and definition of boundary conditions. Case studies.*

*1. Fundamental concepts of wave propagation. Processes of wave generation, transformation and dissipation.*

*2. Linear models for waves of infinitesimal amplitude. Monochromatic waves. Elliptic Helmholtz and Berkhoff equations. Discretization of the equation of Berkhoff by the finite element method (FEM).*

*3. Phase resolving models. Nonlinear models for long waves of finite amplitude. Non dispersive models (Saint-Venant) and dispersive models (Boussinesq). Problems of stability and accuracy in the discretization of long waves models by the FEM.*

*4. Phase averaging models. Statistical description of the waves. Concept of energy spectrum. Description of the SWAN model.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Unidade curricular opcional, com conteúdos programáticos não sobreponível às restantes do ciclo de estudos, e que corresponde a uma das possíveis aplicações da Mecânica Computacional em diferentes áreas, podendo servir como suporte ao trabalho a desenvolver na dissertação.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Optional curricular course, with non-overlapping syllabus, and correspond to one of the possible applications*

*of Computational Mechanics in several areas, serving as possible core for work to be developed on the dissertation.*

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

*Aulas teórico-práticas com exposição de conceitos teóricos, introdução aos pacotes informáticos a utilizar, e discussão e análise de casos de estudo.*

*Avaliação distribuída com exame final. A avaliação distribuída consiste na resolução individual de casos de estudo.*

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

*Lectures where theoretical concepts will be exposed and practical classes, where students will be introduced to several software packages, and discussion and analysis of case studies will take place.*

*Distributed evaluation with final exam. The evaluation is distributed in the individual resolution of case studies.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.**

*O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.*

*É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.**

*The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.*

*It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Dingemans, M.W. (1997). Water Wave Propagation over Uneven Bottom, Vol.1: Linear Wave Propagation. World Scientific, ISBN 981-02-0427-2.*

*Dingemans, M.W. (1997). Water Wave Propagation over Uneven Bottom, Vol.2: Non-linear Wave Propagation, World Scientific, ISBN 981-02-0427-2.*

*Holthuijsen, L.H. (2007). Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-860-28-4.*

*Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., Nithiarasu, P. (2005). The Finite Element Method for Fluid Dynamics, Elsevier, ISBN 0-7506-6322-7.*

**Anexo IV - Dissertação / Dissertation**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Dissertação / Dissertation*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Dependente do(s) orientador(es) nomeado(s) / Dependent upon the advisors named*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:**

*A elaboração da Dissertação final de Mestrado visa integrar, convergir e consolidar os conhecimentos obtidos na parte curricular no desenvolvimento de um projecto em que os modelos estudados possam ser aplicados.*

*Competências a adquirir: criação, formulação e análise e desenvolvimento de ferramentas computacionais de simulação de fenómenos mecânicos em problemas complexos em Engenharia; utilização correcta dos códigos existentes em Mecânica Computacional e a possibilidade de neles incluir módulos de simulação para aplicações específicas exigidas pela Indústria.*

**3.3.4. Objectives of the curricular unit and competences:**

*The preparation of the final Masters' Dissertation aims to integrate, converge and consolidate the knowledge gained at the course in the development of a project in which the models studied can be applied.*

*To acquire skills: creation, formulation and analysis and development of computational tools for simulation of mechanical phenomena in complex problems in engineering; proper use of existing codes in computational mechanics and the possibility of including simulation modules for specific applications required by industry in these codes.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:***Não aplicável***3.3.5. Syllabus:***Non applicable***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***Elaboração do projecto de Dissertação, de acordo com o plano de trabalhos, e escrita do respectivo documento. Esta UC pretende utilizar os conteúdos desenvolvidos ao longo do ciclo de estudos do estudante, bem como a formação específica deste.***3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***Dissertation preparation, according to the work plan, and writing of the document. This curricular unit plans to use the content developed over the study cycle, as well as, the student specific training.***3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Tutorial**Avaliação por acto público de apresentação e defesa da dissertação***3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Tutorial**Evaluation by an act of public presentation and defense of the dissertation.***3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.***O método previsto para o funcionamento das Unidades Curriculares é fundamentalmente ajustado a um trabalho individual por parte do estudante, estimulando, desde o início, um percurso formativo de qualidade, profundidade e autonomia.**É, pois, privilegiada a confrontação do estudante com questões que o levem a efectuar uma auto-aprendizagem, assumindo o docente o papel de salvaguardar as condições de sucesso do trabalho do discente.***3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives.***The courses method is set to individual student work, encouraging from the start, a training path of quality, depth range and autonomy.**It is therefore preferred the students confrontation with questions that lead him to undertake a self-learning, letting the teacher to assume the role of safeguarding the conditions for the student's successful work .***3.3.9. Bibliografia principal:***Não aplicável/ Non applicable*

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes

---

**4.1.1. Fichas curriculares****Anexo V - José Manuel de Almeida César de Sá****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Manuel de Almeida César de Sá***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

—

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

—

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Renato Manuel Natal Jorge****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Renato Manuel Natal Jorge*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Francisco Manuel Andrade Pires****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Francisco Manuel Andrade Pires*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Manuel Laginha Mestre da Palma****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Laginha Mestre da Palma*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Carlos Brito Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Carlos Brito Lopes*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Madalena Maria Gomes Queiroz Dias****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Madalena Maria Gomes Queiroz 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 Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Fernando Dias Rodrigues**

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

*José Fernando Dias Rodrigues*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho**

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

*Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Raimundo Moreno Delgado**

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

*Raimundo Moreno Delgado*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - António José Coelho Dias Arêde**

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

*António José Coelho Dias Arêde*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Miguel de Freitas Castro**

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

*José Miguel de Freitas Castro*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - António José de Magalhães Silva Cardoso****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António José de Magalhães Silva Cardoso*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Manuel Mota Couto Marques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Mota Couto Marques*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - António Milton Topa Gomes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Milton Topa Gomes*

**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 de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Manuel Maria Pacheco Figueiredo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Manuel Maria Pacheco Figueiredo*

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 de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Manuel António Moreira Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Manuel António Moreira Alves*

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 de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida 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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - António Joaquim Mendes Ferreira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***António Joaquim Mendes Ferreira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
José Manuel de Almeida César de Sá	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Renato Manuel Natal Jorge	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Andrade Pires	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
José Manuel Laginha Mestre da Palma	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Carlos Brito Lopes	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Madalena Maria Gomes Queiroz Dias	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
José Fernando Dias Rodrigues	Doutor	Sciences Techniques	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho	Doutor	Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
Raimundo Moreno Delgado	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
António José Coelho Dias Arêde	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
José Miguel de Freitas Castro	Doutor	Engenharia Sísmica	100	Ficha submetida
António José de Magalhães Silva Cardoso	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
José Manuel Mota Couto Marques	Doutor	Civil Engineering	100	Ficha submetida
António Milton Topa Gomes	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Manuel Maria Pacheco Figueiredo	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Manuel António Moreira Alves	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
António Joaquim Mendes Ferreira	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida

&lt;sem resposta&gt;

**4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos**

#### 4.2.1. Percentagem dos docentes em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

100

#### 4.2.2. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano

<sem resposta>

#### 4.2.3. Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)

<sem resposta>

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

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

*A avaliação de desempenho do pessoal docente da FEUP assume 3 modalidades distintas:(1) avaliação para nomeação definitiva e para progressão na carreira,(2) avaliação pedagógica,(3) avaliação de desempenho (artigo 74.º-A do ECDU).*

*Relativamente à concessão de nomeação definitiva e aos concursos para Professor Associado e Professor Catedrático,a FEUP usa critérios aprovados nos órgãos próprios, para a avaliação do desempenho científico e pedagógico dos docentes.Por outro lado, os concursos são, em regra, extremamente competitivos, com rácios que chegam a atingir os 12 candidatos por vaga. Sendo a avaliação nestes concursos sobretudo de mérito relativo, este é um meio eficaz de não só avaliar o pessoal docente mas também promover a qualidade do corpo docente, numa perspectiva de melhoria contínua.*

*Do ponto de vista de avaliação pedagógica a FEUP tem uma muito longa tradição de preenchimento de inquéritos pedagógicos pelos estudantes.Os resultados destes inquéritos são incorporados automaticamente no relatório de unidade curricular, que construído sobre o sistema de informação da FEUP funciona como um instrumento de controlo e avaliação da qualidade do serviço docente,reunido toda a informação relevante sobre o funcionamento de uma unidade curricular.Os relatórios são analisados pelo director do respectivo ciclo de estudos e, nos casos mais relevantes, pelo próprio Conselho Pedagógico. Pelo lado do reconhecimento do mérito docente, serão de salientar os prémios de incentivo pedagógico, que são anualmente entregues aos 10% melhor avaliados pelos estudantes, para além do prémio de excelência pedagógica, que reconhece anualmente o docente considerado por um júri como tendo tido o melhor desempenho pedagógico nos últimos 5 anos.*

*O novo ECDU impôs a obrigatoriedade da avaliação de desempenho dos docentes, nas diferentes vertentes da sua actividade. A avaliação dos docentes é regulada pelo Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da U.Porto, publicado em 2ª Série com o Despacho nº 12912/2010, de 10 de Agosto.*

*Do ponto de vista da formação do corpo docente, a FEUP criou em 2009 o Laboratório de Ensino Aprendizagem, visando a reorganização de toda a actividade de formação docente, até aí dispersa e sem a necessária consistência, de forma a dar resposta às necessidades dos docentes em início de carreira e aos docentes mais experientes, seja os que apresentam um mau desempenho pedagógico sejam os mais sensibilizados para a necessidade permanente de formação. A oferta de instrumentos formativa é muito diversificada, indo de palestras orientadas por personalidades internacionais com reconhecidos méritos no ensino superior, até acções de formação convencionais em pequenos grupos, passando por actividades de peer-review, como a observação de aulas entre colegas. Estas actividades decorrem em colaboração com a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto.*

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

*The evaluation of the teaching staff of FEUP assumes three distinct stages: (1) evaluation for tenure and career development, (2) educational evaluation, (3) performance evaluation.*

*Regarding the granting for Associate Professor and Professor, FEUP uses criteria adopted in their own staff, to assess the scientific and educational performance of teachers. Moreover, competitions are as a rule, highly competitive, with ratios as high as the 12 candidates per position. Evaluation is mainly on merit, an effective mean of assessing not only the staff but also to enhance the quality of the faculty, with a view for continuous improvement.*

*From the standpoint of educational evaluation FEUP has a very long tradition of filling out surveys for students. These survey results are automatically incorporated in the report of course, which builds on the information system of FEUP as a tool for monitoring and evaluating the quality of the teaching provided, meeting all relevant information on the operation of a course. The reports are reviewed by the Director of their course of study, and the most relevant cases, by the Pedagogical Council. On the side of the recognition of merit teacher, will emphasize the teaching of incentive awards, which are annually given to 10% better evaluated by students, in addition to teaching excellence award, which annually recognizes the teacher considered by a jury as having had better teaching performance over the past 5 years.*

*The new ECDU imposed the mandatory performance evaluation of the academic staff in different parts of their activity. The evaluation is regulated by the “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da U.Porto”, published on 2nd Series with Order No. 12912/2010 of August 10.*

*From the standpoint of faculty training, in 2009 FEUP launched the Laboratory for Teaching Learning, aiming the reorganization of teacher education, in order to meet the needs of teachers on a an early stage and more experienced teachers, whether those with poor educational performance are the most aware of the continuing*

*need for training. The provision of training tools is extremely diverse, ranging from lectures guided by international personalities with recognized merit in higher education, to training in conventional small groups, through peer-review activities, such as peer classroom observation. These activities are carried out in collaboration with the Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Porto*

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

### 5.1. Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.

*Um Técnico Superior dos Serviços Académicos (Pós-Graduação) da FEUP, Um Técnico Superior para apoio informático do CICA/FEUP. Um Técnico Administrativo para apoio de secretariado de um dos Departamentos da FEUP envolvidos.*

### 5.1. Non academic staff allocated to the study cycle.

*A Senior Technician from the Academic Services (Graduate) of FEUP, a Senior Technician for computer support of the CICA / FEUP. An Administrative Technician for secretarial support from one of the involved Departments of FEUP.*

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

*O Mestrado em Mecânica Computacional utilizará as salas de aula da Faculdade de Engenharia, os seus diferentes laboratórios e salas de informática, bem como a Biblioteca e demais espaços de apoio ao ensino e ao desenvolvimento de projectos.*

*A Faculdade de Engenharia está instalada desde 2000 num campus inteiramente novo, com uma área total de 97 685 m2. Destes, 6465 estão ocupados por salas de aula, 4423 pela Biblioteca e salas de estudos, 14 636 por laboratórios e 2556 por salas de informática*

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

*The MSc in Computational Mechanics will use the classrooms of the Faculty of Engineering, its different laboratories and computer rooms as well as other spaces of the Library to support education and development projects.*

*The Faculty of Engineering was relocated since 2000 in a completely new campus, with a total area of 97 685 m2. Of these, 6465 are occupied by classrooms, 4423 by the Library and study rooms, 14 636 by laboratories and 2556 by computer rooms.*

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

*A FEUP faz a gestão das suas instalações e dos seus recursos materiais de uma forma centralizada, pelo que este ciclo de estudos terá à sua disposição toda a infra-estrutura da FEUP no que diz respeito a equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs. Dada a natureza do ciclo de estudos, os recursos mais importantes serão os informáticos e os didácticos, deste modo, o apoio está centralizado nos projectores multimédia, bibliografia de apoio, mobiliário escolar, computadores.*

### 5.3. Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and materials and ICTs).

*FEUP manages its facilities and its material resources in a centralized way, so this course of study will have at its disposal all the infrastructure of FEUP in respect of educational and scientific equipment, materials and ICT. Given the nature of the course, the most important features are the computer and teaching equipments, thus, the support is centered on the Multimedia projectors, supporting bibliography, school furniture, computers.*

## 6. Actividades de formação e investigação

### 6.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.

*a) LAETA — Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica. Classificação: Excelente.*

*b) CIMAR — Centro de Investigação Marinha e Ambiental (Laboratório Associado). Classificação: Excelente.*

*c) LSRE — Laboratório de Processos de Separação e Reacção (Laboratório Associado). Classificação: Excelente.*

d)CEFT — Centro de Estudos de Fenómenos de Transporte. *Classificação: Excelente.*

**6.1. Research Centre(s) duly recognised in the main scientific area of the new study cycle and its mark.**

- a)LAETA — Associated Laboratory for Energy, Transport and Aeronautics. *Evaluation: Excellent*
- b)CIMAR — Centre of Marine and Environmental Research (Associate Laboratory). *Evaluation: Excellent*
- c)LSRE — Laboratory of Separation and Reaction Engineering (Associate Laboratory). *Evaluation: Excellent*
- d)CEFT — Transport Phenomena Research Center. *Evaluation: Excellent*

**6.2. Indicação do número de publicações científicas da unidade orgânica, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos três anos.**

920

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

JCSá PRAXIS XXI/2/2.1/ TPAR/2094/95  
 RNJorge.VECOM.Marie Curie.FP7-PEOPLE-2007-1-1-ITN  
 RNJorge.BIOPELVIC.PTDC/SAU-BEB/71459/2006  
 FAPires.MIT-Pt/EDAM-SI/0025/2008  
 JPalma.COMPWIND.PTDC/ENR/71216/2006.  
 JPalma.POSC/EEA-ESE/58513/2004  
 JPalma.TURBWIND.POCI/ENR/60965/2004  
 JPalma.Nonideal Turbulence.HPRN-CT-2000-00162 (EU)  
 JCLopes.RIM.PTDC/CTM/72595/2006  
 JCLopes.POCTI/EQU/34515/99  
 MDias.CFDapi-ID.FEUP/Fluidinova/2007/4 (Adi)  
 MDias.NETMIX\*NanoHAp.FEUP/Fluidinova/2007/3 (Adi)  
 JDRodrigues.PTDC/EME-PME/098967/2008  
 PPCamanho.MIT-Pt/EDAM-SI/0025/2008  
 PPCamanho.SAPIENS-POCTI/EME/40048/2001  
 RDelgado.PTDC/ECM/72596/2006  
 RDelgado.LESSLOSS. GOCE-CT-2003-505448 (EU)  
 AArêde.PTDC/ECM/102221/2008  
 AArêde.PTDC/ECM/104520/2008  
 MA Alves.OPTIMAL.PTDC/EQU-FTT/71800/2006  
 MA Alves. 3DFLOW. POCI/EQU/59256/2004  
 MA Alves. MICROFLUID. POCI/EME/59338/2004  
 MA Alves. TURBOPOL. POCI/EQU/56342/2004  
 PA Valente. FEMWAVE. POCTI/ECM/41800/2001  
 PA Valente. MARIE. Marie Curie Actions TOK-DEV. Proposal 14509

**6.3. Indications of the main projects and/or national and international partnerships where the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study cycle are integrated.**

JCSá.PRAXIS XXI/2/2.1/ TPAR/2094/95  
 RNJorge.VECOM. Marie Curie.FP7-PEOPLE-2007-1-1-ITN  
 RNJorge. BIOPELVIC.PTDC/SAU-BEB/71459/2006  
 FAPires.MIT-Pt/EDAM-SI/0025/2008  
 JPalma.COMPWIND.PTDC/ENR/71216/2006.  
 JPalma.POSC/EEA-ESE/58513/2004  
 JPalma.TURBWIND.POCI/ENR/60965/2004  
 JPalma.Nonideal Turbulence.HPRN-CT-2000-00162 (EU)  
 JCLopes.RIM.PTDC/CTM/72595/2006  
 JCLopes.POCTI/EQU/34515/99  
 MDias.CFDapi-ID.FEUP/Fluidinova/2007/4 (Adi)  
 MDias. NETMIX\*NanoHAp. FEUP/Fluidinova/2007/3 (Adi)  
 JDRodrigues.PTDC/EME-PME/098967/2008  
 PPCamanho.MIT-Pt/EDAM-SI/0025/2008  
 PPCamanho.SAPIENS-POCTI/EME/40048/2001  
 RDelgado.PTDC/ECM/72596/2006  
 RDelgado.LESSLOSS.GOCE-CT-2003-505448 (EU)  
 AArêde.PTDC/ECM/102221/2008  
 AArêde.PTDC/ECM/104520/2008  
 MAAlves.OPTIMAL.PTDC/EQU-FTT/71800/2006  
 MAAlves.3DFLOW.POCI/EQU/59256/2004  
 MAAlves.MICROFLUID.POCI/EME/59338/2004  
 MA Alves. TURBOPOL.POCI/EQU/56342/2004  
 PA Valente. FEMWAVE. POCTI/ECM/41800/2001  
 PA Valente. MARIE. Marie Curie Actions TOK-DEV. Proposal 14509

## 7. Actividade de desenvolvimento tecnológico, 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 objectivos da instituição.

*A próxima década presenciará uma procura exponencial de ferramentas numéricas para simulação e optimização em sistemas de engenharia. Actualmente, o corpo docente da FEUP associado a este futuro mestrado tem desenvolvido actividades de I&D de alto nível em parceria com várias empresas nacionais que carecem deste tipo de competências. Simultaneamente, foram leccionados vários cursos de formação em diversas empresas com vista à resolução de problemas técnico-científicos altamente especializados. Portanto, a criação do mestrado vai não só potenciar estas actividades, como também formar profissionais com competências adequadas.*

*O Mestrado proposto enquadra-se na orientação da FEUP que visa formar profissionais altamente qualificados que sejam agentes de mudança. Este Mestrado atrairá estudantes de países de expressão portuguesa, nomeadamente do Brasil, cujo crescimento económico irá necessitar de um elevado número de recursos humanos altamente qualificados.*

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

*The next decade will witness an exponential demand for numerical tools for both the simulation and optimization of engineering systems. Currently, faculty from FEUP, associated with this program, has developed R & D activities of high-level in partnership with several national firms that lack such skills. Simultaneously, several training courses have been lectured in various companies with an orientation for problem solving in highly specialized technical and scientific fields. Therefore, the creation of the Master will not only enhance these activities, but also train professionals with the appropriate expertise. The Master course fits in with the guidelines of FEUP that seeks to train highly qualified professionals who will be agents of change. This Master will attract students from Portuguese-speaking countries, mainly from Brazil, whose economic growth will require a large number of highly qualified human resources.*

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

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por este ciclo de estudos com base nos dados do MTSS.

*Os mais recentes indicadores, relativos ao ano de 2007/08 evidenciam uma taxa de empregabilidade de 91.39% de todos os ciclos de estudos da FEUP, num horizonte temporal de até 6 meses após o término do curso. Podemos, assim, concluir, que é expectável que os graduados venham a inserir-se num horizonte de elevada empregabilidade, à semelhança do que ocorre com as demais graduações FEUP, com a vantagem acrescida de tratar-se de uma área de estudos inovadora, com carácter inédito a nível nacional e onde se regista demanda por parte da indústria*

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on MTSS data.

*Most recent indicators for the year 2007/08 had shown an employment rate of 91.39% for all study cycles of FEUP, in a time horizon of up to 6 months after completion of the course. We can therefore conclude that it is expected that graduates will be part of a horizon of high employability, as was the case with the other ranks FEUP, with the added advantage of this is a innovative area of study, on an unprecedented national and where there is demand from industry.*

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

*Não aplicável*

8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES).

*Non applicable*

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares.

*Não existem ciclos de estudos similares no País.*

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study cycles.

*Non existent.*

## 9. Fundamentação do número total de ECTS do novo ciclo de estudos

**9.1. Justificação do número total de unidades de crédito 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.**

*O novo ciclo de estudos proposto segue a orientação de Bolonha ao prever um total de 120 ECTS para obtenção do grau de Mestre frequentados ao longo de 4 semestres, num total de 3240 horas, sendo 730 horas de contacto e as restantes de trabalho não acompanhado dos estudantes.*

*Do conjunto dos 120 ECTS totais 45 são dedicados à preparação e redacção da dissertação ao longo dos 3º e 4º semestres.*

**9.1. Justification of the total number of credit units and of the duration of the study cycle, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decree-Law no. 74/2006.**

*The new proposed course of follows the Bologna guidelines to provide a total of 120 ECTS for the degree of Master frequented over 4 semesters of 20 weeks for a total of 3240 hours and 730 hours of contact and the remaining work is not accompanied by the students.*

*Of all 120 totals 45 ECTS are devoted to the preparation and drafting of the dissertation over the 3rd and 4th semesters.*

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

*O artigo 18º do Decreto-lei nº 74/2006 define os ciclos de estudos conducentes ao grau de mestre como tendo entre 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida entre três a quatro semestres curriculares de trabalho dos estudantes.*

*O Mestrado em Mecânica Computacional propõe-se a ter a duração de quatro semestres, perfazendo um total de 120 ECTS, com duas componentes principais: uma componente curricular, composta por 10 unidades curriculares (UC), decorrendo ao longo de 3 semestres e a que corresponde 75 ECTS (7,5 ECTS/UC); uma segunda componente referente à elaboração de uma Dissertação de Mestrado, que decorrerá durante dois semestres e a que correspondem 45 ECTS.*

**9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits**

*Article 18/Law 74/2006 defines the course of study leading to a master degree as having between 90 to 120 credits and a normal duration of three to four semesters of students' work.*

*The MSc in Computational Mechanics is proposed to have a full completion of four semesters for a total of 120 ECTS, with two main components: a curriculum component, comprising 10 units (UC), elapsing over three semesters and the corresponding 75 ECTS (7.5 ECTS / UC), a second component on developing a master's thesis, which will take two semesters and corresponding 45 ECTS.*

**9.3. Indicação da forma como os docentes e estudantes (caso se aplique) foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito.**

*O método de cálculo das unidades de crédito atribuídas a cada uma das unidades curriculares foi consensualmente decidido pelos diferentes docentes envolvidos no novo ciclo de estudos e tendo como critério base o Decreto-lei 42/2005, além do número de horas de contacto previstas para cada uma das unidades e também o número de horas de trabalho que, em média, os estudantes devem vir a investir em cada unidade curricular.*

**9.3. Indication of the way the academic staff and students (if applicable) were consulted about the method for calculating the credit units.**

*The method for estimating the number credit assigned to each of the units was decided by consensus by the different academic staff involved in the new Master and using as a criterion Law 42/2005, and the number of contact hours provided for each one of the units and the number of hours worked, on average, students must come to invest in each module.*

## 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 a duração e estrutura semelhantes à proposta.**

*O programa de Mestrado em Mecânica Computacional preencherá uma lacuna a nível nacional na formação em engenharia. Este tipo de formação universitária de 2º ciclo encontra-se em algumas Escolas Europeias de reconhecido mérito. A título de exemplo indicam-se os seguintes casos na Europa:*

*MSc in Computational Mechanics (Erasmus Mundus: Universitat Politècnica de Catalunya, ES, Swansea University, UK, Universität Stuttgart, DE, École Centrale de Nantes, FR)*

*MSc in Computational Mechanics (Technische Universität München, DE)*

*MSc in Computational Science & Engineering (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, CH).*

*E nos EUA:*

*MSc in Computational Mechanics (Carnegie Mellon University, USA)*

**10.1. Examples of study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education with similar duration and structure to the proposed study cycle.**

*The MSc program in Computational Mechanics will fill a gap at the national level training in engineering. This type of education of second cycle exists in some European schools of reference. For example we indicate the following cases in Europe:*

*MSc in Computational Mechanics (Erasmus Mundus: Universitat Politècnica de Catalunya, ES, Swansea University, UK, Universität Stuttgart, DE, École Centrale de Nantes, FR)*

*MSc in Computational Mechanics (Technische Universität München, DE)*

*MSc in Computational Science & Engineering (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, CH).*

*And in the USA:*

*MSc in Computational Mechanics (Carnegie Mellon University, USA)*

**10.2. Comparação com objectivos e competências de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior.**

*Os códigos computacionais actualmente existentes, baseados em modelos da Mecânica Computacional, têm vindo a conhecer uma utilização crescente na indústria, a nível mundial, com o fito de projectar, desenvolver e otimizar produtos e processos produtivos. Assim, o Mestrado em Mecânica Computacional, à semelhança de demais ciclos de estudos análogos, em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior, tem como objectivos o desenvolvimento de competências e conhecimentos nesta área, com especial destaque para a Mecânica dos Sólidos e Fluidos. Também semelhante aos objectivos a que se propõe demais ciclos de estudos análogos, pretende-se que o Mestrado em Mecânica Computacional forneça competências para o desenvolvimento de ferramentas computacionais de simulação de fenómenos mecânicos em problemas complexos de Engenharia, utilizando os códigos existentes e, muito especialmente, de poder vir a usar a possibilidade de neles incluir módulos de simulação para aplicações específicas, invariavelmente exigidas pela Indústria.*

**10.2. Comparison with the objectives and competencies of similar study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education.**

*The existing computer codes based on models of Computational Mechanics have been experiencing an increasing use by the industry, worldwide, with the aim to design, develop and optimize products and production processes. Thus, the MSc in Computational Mechanics, like other similar courses of study in institutions of reference of the European Higher Education, aims to develop skills and knowledge in this area with particular emphasis on the Mechanics of Solids and Fluids. Also similar to the objectives it pursues other similar courses of study, it is intended that the MSc in Computational Mechanics provide skills for the development of computational tools for simulation of mechanical phenomena in complex issues of engineering, using the existing codes and, more particularly of being able to use them include the possibility of simulation modules for specific applications, invariably required by Industry.*

## 11. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

### 11.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço

---

Anexo VI - Protocolos de Cooperação

Anexo VI - Não se aplica / Non applicable

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

*Não se aplica / Non applicable*

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

[11.1.2.\\_11.1.2.\\_NÃO se aplica para este ciclo de estudos\[1\].pdf](#)

Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes

### 11.2. Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)

Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.

<sem resposta>

## 11.3. Recursos próprios da instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

---

11.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.

*Não se aplica*

11.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.

*Non applicable*

## 11.4. Orientadores cooperantes

---

Anexo VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Anexo VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.

[11.4.1\\_11.1.2.\\_NÃO aplicável para este ciclo de estudos\[1\].pdf](#)

Anexo IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço

11.4.2. Anexo IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students activities (only for teacher training study cycles)

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

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do novo ciclo de estudos

### 12.1. Apresentação dos pontos fortes.

*A Faculdade de Engenharia dispõe dos Recursos Humanos, do know-how académico e científico, bem como de toda uma infra-estrutura escolar que a capacitam a levar a cabo e com sucesso a implantação de um novo ciclo de estudos.*

*Pelo facto de a Mecânica Computacional se constituir como uma área de vanguarda, onde se tem notado uma demanda e um registo de necessidades por parte da Indústria, e também por estarem reunidas na Faculdade de Engenharia um conjunto de competências científicas consolidadas nesta área e, estrategicamente, ser a primeira oferta educativa na área da Mecânica Computacional a nível nacional, vislumbra-se como claramente positiva a criação deste ciclo de estudos.*

### 12.1. Strengths.

*The Faculty of Engineering provides Human Resources, know-how academic and scientific, as well as an entire school infrastructure that enable you to undertake and successfully implementing a new course.*

*Because Computational Mechanics is a cutting edge area, where the industrial demand has been recently significant and strong, because at the Faculty of Engineering there is a consolidated set of scientific expertise in this area and because strategically it will be to be first educational offer in the area of Computational Mechanics at the national level, the proposal of this new cycle of studies may be envisaged as a very positive*

step.

### 12.2. Apresentação dos pontos fracos.

*Apesar de ter vindo a conhecer uma progressiva e crescente utilização industrial, a utilização dos códigos computacionais, baseados em modelos da Mecânica Computacional, é ainda uma novidade e, daí, relativamente desconhecida em todas as suas potencialidades*

### 12.2. Weaknesses.

*Despite having come to know a progressive and growing industrial use, the use of computer codes based on models of Computing Machinery, is still a novelty and, hence, relatively unknown in its full potential.*

### 12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação.

*Uma das mais evidentes oportunidades criadas pela implementação deste ciclo de estudos prende-se com a formação de quadros superiores com competências para utilizar e implementar os poderosos códigos computacionais, cuja utilização na Indústria tem vindo a aumentar progressivamente com resultados francamente positivos na projecção, desenvolvimento e optimização de produtos e processos produtivos.*

### 12.3. Opportunities.

*One of the most obvious opportunities created by implementing this course of study relates to the training of senior managers with the skills to use and deploy powerful computer codes, and their use in industry has increased progressively with very positive results in the design, development and optimization of products and production processes.*

### 12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação.

*Por tratar-se de uma área de conhecimento inovadora, pode vir a acontecer que o número de estudantes interessados no Mestrado em Mecânica Computacional fique, num horizonte a curto prazo, aquém das expectativas.*

*Por outro lado, eventuais desistências de alguns estudantes, não completando o seu percurso académico, poderão também constituir eventuais óbices ao êxito da implementação do novo ciclo de estudos em Mecânica Computacional.*

### 12.4. Threats.

*As this is an area of innovative knowledge, could be that the number of students interested in MSc in Computational Mechanics stay in a near-term horizon, below expectations.*

*On the other hand, any withdrawals of some students not completing their course of study, may also constitute possible obstacles to the successful implementation of the new course of study in computational mechanics.*

### 12.5. CONCLUSÕES

*Pelo acima exposto, pode concluir-se que ressaltam as vantagens e a oportunidade em fazer nascer, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o novo ciclo de estudos em Mecânica Computacional. Pelo facto de se constituir como uma área de vanguarda, onde se tem notado uma demanda e um registo de necessidades por parte da Indústria, e também por estarem reunidas na Faculdade de Engenharia um conjunto de competências científicas consolidadas nesta área e, estrategicamente, ser a primeira oferta educativa na área da Mecânica Computacional a nível nacional, vislumbra-se como claramente positiva a criação deste ciclo de estudos.*

### 12.5. CONCLUSIONS

*For the above, it can be concluded that the benefits and the opportunity to create at the Faculty of Engineering, University of Porto, the new cycle of studies in Computational Mechanics are vast.*

*Because Computational Mechanics is a cutting edge area, where the industrial demand has been recently significant and strong, because at the Faculty of Engineering there is a consolidated set of scientific expertise in this area and because strategically it will be to be first educational offer in the area of Computational Mechanics at the national level, the proposal of this new cycle of studies may be envisaged as a very positive step.*