

# Programa Doutoral em Engenharia Electrónica e de Computadores

## Áreas de especialização

O Programa Doutoral em Engenharia Electrónica e de Computadores (PDEEC) está organizado internamente em áreas de especialização alinhadas com as linhas/grupos do Centro Algoritmi. Um aluno do PDEEC deve seleccionar uma das seguintes áreas de especialização:

- Área de Controlo, Automação e Robótica
- Área de Electrónica de Potência e Energia
- Área de Instrumentação e Microssistemas Electrónicos
- Área de Informática Industrial e Sistemas Embebidos
- Área de Tecnologia dos Sistemas de Informação
- Área de Telecomunicações e Comunicações por Computador

## Estrutura curricular e plano de estudos

A PDEEC está organizado de acordo com seguinte estrutura curricular:

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

Tabela 1 – Estrutura curricular do Programa Doutoral em Engenharia Electrónica e de Computadores

O plano de estudos proposto para o curso é o seguinte:

### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada Específica I/ Specific Advanced Education I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada Específica II/ Specific Advanced Education II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

Tabela 2 – Plano de estudos do PDEEC (1º ano)

## Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

Tabela 3 – Plano de estudos do PDEEC (anos 2 e 3)

No novo plano de estudo mantêm-se as UCs designadas genericamente por “Opções Comportamentais e de Inovação” mas, em vez de duas, incluem-se agora três UCs, a seleccionar da seguinte lista:

- Comunicação Científica / Scholarly Communication
- Gestão de Projetos / Project Management
- Gestão da Inovação / Innovation
- Inovação / Innovation
- Liderança / Leadership
- Métodos de Investigação em Engenharia / Research Methods in Engineering
- Métodos Quantitativos e Qualitativos na Engenharia / Quantitative and Qualitative Methods in Engineering

Estas unidades curriculares, mantêm a mesma filosofia, objetivos e metodologias, tratando-se de UCs propostas pela Escola de Engenharia da UM que constam nos planos de estudo de todos programas doutorais da Escola e que se destinam a ministrar um conjunto de conteúdos científicos horizontais no contexto da engenharia.

Na UC de Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores, como até aqui, o aluno é guiado na seleção, definição e estruturação de um tema para investigação. Segue-se um conjunto de tarefas que passa pela pesquisa bibliográfica, o estudo de conteúdos relacionados com o tema escolhido e a escrita do plano da tese que, para além de abordar os tópicos que tipicamente se encontram nos capítulos de introdução, enquadramento e estado da arte numa tese de doutoramento, inclui também uma descrição detalhada das principais tarefas e respetivo cronograma. Finalmente o plano da tese é apresentado e discutido perante um júri (que inclui sempre docentes de outras Escolas) que, para além de eventualmente efectuar recomendações relativamente ao trabalho futuro, decide sobre a sua aprovação e classificação final. Por se entender que reflete melhor a carga de trabalho implicada, decidiu-se aumentar o nº de ECTS desta unidade curricular de 20 para 30 ECTS.

Todas as UCs que no anterior plano de estudos se designavam genericamente por “Opções Científico-Tecnológica em Eng. Electrónica e de Computadores” foram substituídas no novo plano de estudos por 2 unidades curriculares com 7,5 ECTS cada de “Formação Avançada Específica”. Os conteúdos programáticos destas UCs dependem da área de especialização do curso, sendo seleccionadas a partir da seguinte lista:

- Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica I e II
- Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia I e II
- Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Electrónicos I e II
- Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos I e II
- Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação I e II
- Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador I e II

Estas unidades curriculares têm como objectivo geral fornecer ao doutorando uma visão abrangente do estado da arte na respetiva área de especialização, através da selecção de um conjunto de conteúdos programáticos compatíveis com um 3º ciclo de estudos. Em termos de competências, procurar-se-á dotar o candidato de um conhecimento aprofundado de fundamentos teóricos em tópicos relevantes para a área científica que escolheu.

O reduzido número de alunos que se espera em cada UC de Formação Avançada Específica permitirá um processo de ensino-aprendizagem personalizado, tendo em atenção formação anterior e necessidades específicas de cada doutorando. Assim, as aulas formais serão substituídas, tipicamente, por apresentações tutoriais de formação avançada e trabalhos realizados pelos alunos, tais como: estudos individuais supervisionados, trabalho experimental, estágios e visitas a laboratórios de investigação, etc.; os alunos serão ainda envolvidos em seminários que, quando for possível, terão a participação de especialistas externos.

A avaliação terá como base um ou mais dos seguintes elementos:

- Escrita de um relatório científico sobre um tema (ou conjunto de temas) proposto; complementarmente o esse documento terá de dar resposta a questões suscitadas pelos docentes;
- Apresentação em seminários de temas selecionados;
- Realização de um teste incidindo sobre as unidades de conteúdos leccionados.

Os conteúdos abordados nas UCs de Formação Avançada Específica poderão ser ajustados em função da estratégia de investigação de cada linha dentro do centro de investigação (e dos projectos aprovados em curso) e da evolução do estado da arte para cada área de especialização.

A Comissão de Directiva do PDEEC deverá garantir que os objetivos, metodologias e carga de trabalho das UCs de Formação Avançada Específica (e complementarmente da UC de Planeamento da Tese) são cumpridos e com equidade.

No Anexo I apresenta-se a estrutura curricular e plano de estudos para cada área de especialização; no Anexo II é possível encontrar as fichas de todas as unidades curriculares do curso.

## **ANEXO I**

### **Estrutura Curricular e Planos de Estudo das Diferentes Áreas de Especialização**

## Área de Controlo, Automação e Robótica

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica I / Advanced Education in Control, Automation and Robotics I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica II / Advanced Education in Control, Automation and Robotics II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

## Área de Electrónica de Potência e Energia

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia I / Advanced Education in Power Electronics and Energy I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia II / Advanced Education in Power Electronics and Energy II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

## Área de Instrumentação e Microsistemas Electrónicos

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Instrumentação e Microsistemas Electrónicos I / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Instrumentação e Microsistemas Electrónicos II / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

## Área de Informática Industrial e Sistemas Embebidos

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos I / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos II / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory



## Área de Tecnologia dos Sistemas de Informação

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação I / Advanced Education in Systems Information Technology I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação II / Advanced Education in Systems Information Technology II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

## Área de Telecomunicações e Comunicações por Computador

### Estrutura curricular

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS
Ciências e Tecnologias Complementares / General Sciences and Technologies	ETC / GST	15	0
Engenharia Electrónica e de Computadores / Computer and Electronics Engineering	EEC / CEE	165	0
		180	0

### Plano de estudos

#### 1º Ano

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Opção Comportamental e de Inovação I / Behavioral and Innovation Elective I	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação II / Behavioral and Innovation Elective II	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Opção Comportamental e de Inovação III / Behavioral and Innovation Elective III	CTC / GST	Semestral/140	T-30	5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador I / Advanced Education in Telecommunications and Computer Communications I	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador II / Advanced Education in Telecommunications and Computer Communications II	EEC / CEE	Semestral/210	S-5; OT-10	7,5	Obrigatória / Compulsory
Planeamento de Tese em Eng. Electrónica e de Computadores / Planning of the Thesis in Electronics and Computers Engineering II	EEC / CEE	Semestral/840	OT-30	30	Obrigatória / Compulsory

#### Anos 2 e 3

Unidade Curricular	Área Científica	Duração/ Horas de Trabalho	Horas de Contacto	ECTS	Observações / Observations
Tese em Engenharia Electrónica e de Computadores / Thesis in Electronics and Computers Engineering	EEC / CEE	2 anos / 3360	120	120	Obrigatória / Compulsory

## **ANEXO II**

### **Fichas das Unidades Curriculares**

## Comunicação Científica / Scholarly Communication

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Comunicação Científica / Scholarly Communication.

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

Ana Alice Rodrigues Pereira Baptista (T: 30h)

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

--

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

--

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

1. Explicitar, discutir e comparar diversos processos e meios de comunicação científica;
2. Explicitar e discutir algumas das principais problemáticas relacionadas com a comunicação científica;
3. Definir e aplicar uma estratégia de pesquisa bibliográfica, seleccionar, armazenar e citar fontes bibliográficas;
4. Escrever e apresentar um texto científico;
5. Analisar, avaliar e alterar um texto científico.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

1. To explain, discuss and compare different processes and means of scholarly communication;
2. to explain and discuss some of the main issues related to scholarly communication;
3. To define and apply a literature search strategy, select, store and cite bibliographic sources;
4. To write and present a scientific text;
5. To analyze, evaluate and fix a scientific text.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

--

### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

1. Scholarly communication process;
2. Ethics;
3. Quality control;
4. Open Access;
5. Scientometrics;
6. Bibliographic databases;
7. Bibliographic search;
8. Citation and referencing;
9. Structure of scientific texts;
10. Writing scientific texts;
11. Literature review;
12. Presentations and posters of scientific works.

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

Os Resultados de Aprendizagem (RA) e os conteúdos programáticos estão relacionados da forma seguinte:

RA1 - Explicitar, discutir e comparar diversos processos e meios de comunicação científica:  
- Processo de comunicação científica.

RA2 - Explicitar e discutir as principais problemáticas relacionadas com a comunicação científica:

- Ética;
- Controlo de qualidade;
- Acesso livre;
- Cienciometria.

RA3 - Definir e aplicar uma estratégia de pesquisa bibliográfica, seleccionar, armazenar e citar fontes bibliográficas:

- Bases de dados bibliográficas;
- Pesquisa bibliográfica;
- Citação e referência.

RA4 - Escrever um texto científico:

- Estrutura de textos científicos;
- Escrita de textos científicos;
- Revisão de literatura;
- Apresentações e pôsteres de trabalhos científicos.

RA5 - Analisar, avaliar e alterar um texto científico:

- todos.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

The Learning Outcomes (LO) and the syllabus are related in the following way:

LO1. To explain, discuss and compare different processes and means of scholarly communication:  
- Scholarly communication process.

LO2. to explain and discuss some of the main issues related to scholarly communication:

- Ethics;
- Quality control;
- Open Access;
- Scientometrics.

LO3. To define and apply a literature search strategy, select, store and cite bibliographic sources:

- Bibliographic databases;
- Bibliographic search;
- Citation and referencing.

LO4. To write and present a scientific text:

- Structure of scientific texts;
- Writing scientific texts;
- Literature review;
- Presentations and posters of scientific works

LO5. To analyze, evaluate and fix a scientific text:

- All.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

Quase todas as sessões decorrem com três momentos diferentes:

- 1 - Apresentação dos trabalhos de casa
- 2 - Sessão expositiva entremeada por discussão;
- 3 - Início dos trabalhos de casa para apresentar na próxima sessão.

Em todas as sessões, por conseguinte, se utiliza uma panóplia de métodos: expositivo, demonstrativo, interrogativo e ativo.

Metodologia de avaliação:

Trabalhos ao longo do semestre 30%

Trabalho final – 60%

Postura e ética no trabalho – 10%

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

Almost all sessions there are three different times:

- 1 - Presentation of homework
- 2 - Expository session mixed with discussion,
- 3 - Beginning of homework to present at the next session.

In all sessions, therefore, there is a usage of a variety of methods: expository, demonstrative, interrogative and active.

**Assessment Methodology:**  
Work throughout the semester 30%  
Final work - 60%  
Attitude and ethics - 10%

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Todos os RA implicam o envolvimento direto e autónomo do aluno no processo de aprendizagem - em todos se espera do aluno o conhecimento, a aplicação e o aprofundamento crítico das soluções.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

All LOs imply direct involvement and autonomous student in the learning process - in all it is expected from the student to critically know, implement and deepen solutions.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Björk, B. C. (2007). A model of scientific communication as a global distributed information system. *Information Research*, 12(2).
2. Harnad, S. (2000, abril). The Invisible Hand of Peer Review. *Exploit Interactive*, (05). Recuperado de <http://www.exploit-lib.org/issue5/peer-review/>
3. Cole, S., Cole, J. R., & Simon, G. A. (1981). Chance and consensus in peer review. *Science*, 214(4523), 881 - 886. doi:10.1126/science.7302566
4. AIS. (2003, setembro 23). Code of Research Conduct. Recuperado novembro 9, 2009, de <http://home.aisnet.org/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=15>
5. Resnik, David B. ([s.d.]). What is Ethics in Research & Why is It Important? National Institute of Environmental Health Sciences - National Institutes of Health. Recuperado setembro 30, 2011, de <http://www.niehs.nih.gov/research/resources/bioethics/whatis.cfm>
6. Monastersky, R. (2005). The number that's devouring science. *The Chronicle of Higher Education*, 52(8), A12. Recuperado de <http://chronicle.com/article/The-Number-That-s->

## Gestão de Projetos / Project Management

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Gestão de Projetos / Project Management.

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

José Manuel Vasconcelos Valério Carvalho (T: 26h)

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

Sérgio Dinis Teixeira de Sousa (T: 4h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Sérgio Dinis Teixeira de Sousa (T: 4)

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

- (OA1) - Compreender e explicar a importância da gestão de projetos nas organizações;
- (OA2) - Compreender o ciclo de vida do projeto e desenvolver a capacidade de definir e gerir projetos;
- (OA3) - Compreender técnicas e usar ferramentas para monitorizar e controlar efetivamente um projeto;
- (OA4) - Aplicar ferramentas e técnicas de gestão de projetos.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

- (LO1) - To understand and explain the importance of project management in organizations.
- (LO2) - To understand the project life cycle and to develop the capacity to define projects and to manage them.
- (LO3) - To understand techniques and to use tools for effectively monitoring and controlling a project.
- (LO4) - To apply project management tools and techniques.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

- Gestão de Projetos
- Desenvolvimento da Gestão de Projetos: Conceitos e Definições;
- Estruturas organizacionais;
- Funções de gestão;
- Planeamento;
- Programação de Técnicas de Rede;
- Preços e Estimativa;
- Controlo de custos;
- Gestão de risco;
- Gestão da qualidade.

### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

- Project Management
- Project Management Growth: Concepts and Definitions.
- Organizational Structures.
- Management Functions.
- Planning.
- Network Scheduling Techniques.
- Pricing and Estimating.
- Cost Control.
- Risk Management.
- Quality Management.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Os tópicos Desenvolvimento da Gestão de Projetos: Conceitos e Definições; Estruturas Organizacionais em Funções de Gestão estão principalmente relacionados com o OA1.

Os tópicos Planeamento; Programação de Técnicas de Rede; Gestão de risco; Gestão da qualidade e Preços e Estimativa estão principalmente relacionados com o OA2.

Os tópicos Programação de Técnicas de Rede; Gestão de risco; Gestão da qualidade e Controlo de custos estão principalmente relacionados com o OA3.

Para além dos conceitos teóricos, a aplicação dos conceitos é alcançada através do uso de software e de ferramentas computacionais.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The topics Project Management Growth: Concepts and Definitions; Organizational Structures and Management Functions are mainly related to LO1.

The topics Planning; Network Scheduling Techniques; Risk Management, Quality Management and Pricing and Estimating are mainly related to LO2.

The topics Network Scheduling Techniques; Risk Management; Quality Management and Cost Control are mainly related to LO3.

Besides the theoretical concepts, the application of the concepts is achieved with software and computational tools.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Aulas Teóricas (T):

- Apresentação do material;
- Apresentação de exemplos;
- Debate de casos (o texto do caso agendado deverá ser lido antes da aula);
- Debate de atribuições.

Aulas Laboratoriais (TP):

- Uso do software;
- Solução de exercícios propostos;
- Apoio/orientação individual/trabalhos de grupo; Seminários:
- São disponibilizados dois seminários por especialistas envolvidos na gestão de projetos em empresas portuguesas (no ano letivo de 2011/2012 tratou-se de especialistas da EDP e PT).

Avaliação:

- trabalho individual: análise de um caso, com relatório escrito.
- trabalho de grupo(4/5 estudantes): modelos Lpsolve para planeamento de projetos, com relatório escrito.
- trabalho de grupo(4/5 estudantes): desenvolvimento de um plano de projeto(a ser definido pelos estudantes) usando o Microsoft Project, com relatório escrito, apresentação e discussão.
- Exame Escrito. Classificação:
- Trabalhos de grupo 40%(Lpsolve(10%) e Projeto(30%))
- Trabalho individual 20%
- Exame escrito 40%

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Lectures (T) classes:

- Presentation of material.
- Presentation of examples.
- Discussion of cases (text of case indicated in the calendar should be read before class).
- Discussion of assignments. Lab (TP) classes:
- Use of software.
- Solution of proposed exercises.
- Support / guidance of individual / group assignments.

Seminars:

Two seminars are offered to students by people involved in project management in portuguese companies (in 2011/2012, by people with EDP and PT).

Assessment:

- one individual assignment: analysis of a case, with written report.
- one group (4 to 5 students) assignment: Lpsolve models for project planning, with written report.
- one group (4 to 5 students) assignment: development of a project plan (to be defined by the students) using Microsoft Project, with written report, presentation and discussion.
- Written Exam. Grading:
- Group assignments 40 % (Lpsolve (10%) and Project (30%))



- Individual assignment 20 %
- Written exam 40 %

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

**1 - Análise de caso:**

- O aluno deverá consultar o ficheiro `assignment_of_cases_to_students.pdf` para saber qual o caso da sua competência;
- Deverá carregar no moodle um relatório escrito com:
  - uma sinopse do caso de estudo (entre meia página e uma página A4) e
  - as respostas às questões colocadas no fim do texto do caso de estudo.
- Não está prevista apresentação oral, nem discussão do relatório.
- Moodle aceitará a submissão de UM ficheiro com o tamanho máximo de 16 Mb.

**2 - Trabalho de Grupo: lp models**

- Âmbito do projeto:
- Desenvolver um modelo para análise de um projeto:
  - Duração de um projeto
  - Tempos de falha
  - Planeamento sob recursos restritos
  - Atividades de outsourcing
- Uso de ferramentas de programação matemática (Ipsolve)-
- Ipsolve é um software gratuito.

**3 - Trabalho de grupo: projeto**

- Requisitos gerais:
- Cada grupo deve pôr em prática conceitos de gestão de projetos no planeamento de um projeto, escolhido e definido pelos estudantes.
- Cada estudante deverá desempenhar uma regra diferente (bem descrita) na definição do projeto;
- Usar o Microsoft Project.
- Só deverá ser considerada a parte do planeamento, e não a execução do projeto.
- Requisitos básicos para o relatório escrito:
- Âmbito do projeto
- Planeamento do projeto
  - Declaração do trabalho
  - Especificações do projeto
  - Cronograma Milestone
  - Work Breakdown Structure (WBS)
- Planos de gestão
- Requisitos dos relatórios
- Gestão da qualidade dos projetos (identificar os requisitos de qualidade dos projetos e usar, pelo menos, uma ferramenta de qualidade).
- Gestão de risco dos projetos (identificar o risco dos projetos e análise de risco).

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

**1 - Analysis of case:**

- Check file `assignment_of_cases_to_students.pdf` to find out which case you should address.
- You should upload in moodle a written report, with:
  - a synopsis of the case (with half to one page A4) and
  - the answers to the questions posed at the end of the text of the case.
- There is no oral presentation, nor discussion of the report.
- Moodle will accept a submission of ONE file with a maximum size of 16 Mb.

**2 - Group assignment: lp models**

- Scope of project:
- Develop a model for the analysis of a project:
  - Duration of a project
  - Crashing times
  - Planning under resource constraints
  - Outsourcing activities
- Use mathematical programming software (Ipsolve).
- Ipsolve is freeware.

**3 - Group assignment: project**

- General requirements:
- Each group must put in practice project management concepts in the planning of a project, chosen and defined by students.
- Each student should play a different (well identified) role in the project definition.
- Use Microsoft Project.
- Only planning part should be considered, and not the execution of the project.
- Basic requirements for written report:
- Scope of project
- Project planning
  - Statement of work
  - Project specifications
  - Milestone schedule
  - Work Breakdown Structure (WBS)
- Management plans
- Reporting requirements
- Project quality management (identify project quality requirements and use at least one quality tool).
- Project risk management (project risk identification and risk analysis must be performed).

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Harold Kerzner, Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 9th Edition, 2006, ISBN: 978-0-471-74187-9.
2. PMBOK (Project Management Body of Knowledge), Third Edition, 2004
3. - Material (slides, text of proposed exercises, etc) at the e-learning site (moodle.dps.uminho.pt - PDEEUM – Programas Doutorais da EEUM 2011/2012)

#### **Other resources:**

4. Software Microsoft Project 2007: supplied as part of a Microsoft /UMinho agreement (download from the following site: Site MSDNAA of DPS)
5. Software Ipsolve (reference guide available at: <http://ipsolve.sourceforge.net/5.1/> (Download from: [http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group\\_id=145213&package\\_id=159735](http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=145213&package_id=159735) and setup in your computer).

## Inovação / Innovation

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Inovação / Innovation.

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

David O'Sullivan (T: 30h)

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

--

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

--

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

1. Compreender as relações e as ligações entre inovação, crescimento económico e competição no mercado
2. Compreender as características da inovação tecnológica na engenharia e no empreendedorismo empresarial
3. Identificar e compreender os mecanismos de imitação e de difusão da inovação
4. Identificar e compreender os mecanismos de sucesso e insucesso na inovação tecnológica
5. Compreender a métrica e a estatística da inovação, I&D, crescimento económico, e saber onde pesquisá-las.
6. Compreender as ligações entre empreendedorismo, liderança, gestão da mudança e políticas organizacionais associadas.
7. Avaliar o contexto (pessoal e empresarial) na tecnologia e na engenharia, assim como no processo de inovação.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

1. To understand relationships and linkages between innovation, economic growth and competition in the marketplace.
2. To understand the specifics of technology innovation in engineering and business entrepreneurship
3. To identify and to understand the mechanisms of imitation and diffusion of innovation
4. To identify and to understand the mechanisms of success and non success in technological innovation
5. To understand metrics and statistics about innovation, R&D, economic growth, and to know where to find them
6. To understand linkages between entrepreneurship, leadership, management of change and associated organizational politics
7. To appreciate the (personal and organizational) drama in technology and engineering, as well as in innovation process.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

- a. Crescimento económico, desenvolvimento e inovação. Modelos de crescimento.
- b. Capitalismo e inovação: destruição criativa, empreendedorismo e competição
- c. Mecanismos sociais de inovação. Inovação e criatividade.
- d. Difusão da inovação. Ciência, tecnologia e inovação: modelos não lineares.
- e. Medição da inovação: questões metodológicas e problemas.
- f. Inovação e I&D: relações. Estatísticas de I&D e inovação.
- g. Gestão da mudança, inovação e empreendedorismo empresarial.

### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

- a. Economic growth, development and innovation. Growth models.
- b. Capitalism and innovation: creative destruction, entrepreneurship and competition

- c. Social mechanisms of innovation. Innovation and creativity.
- d. Diffusion of innovation. Science, technology and innovation: nonlinear models.
- e. Measuring innovation: methodological issues and problems.
- f. Innovation and R&D: relationships. Statistics of R&D and innovation.
- g. Management of change, innovation and business entrepreneurship.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

A mudança e a inovação englobam o desenvolvimento de algumas competências fundamentais, cimentadas cinco pilares: metas, equipas, resultados ações e comunidades (funil de inovação). Esta UC traça um percurso, passo a passo, da gestão de ideias numa organização. Competências tais como benchmarking, definição de metas, medição de desempenho, resolução de problemas, geração de ideias, gestão de projetos, liderança de equipas, e a comunicação são apreendidas ao longo das aulas.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

Planning change and innovation is about managing ideas requiring the development of five essential skills: defining goals, managing actions, empowering teams, monitoring results and building communities. This course offers a step-by-step approach to managing ideas in any organization. Skills such as benchmarking, goal setting, performance measurement, solving problems, generating ideas, managing projects, leading teams, and communicating more effectively will be learned and practiced.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Através da análise e do debate de diferentes casos, filmes e experiências pessoais, espera-se que os alunos apreendam as realidades da inovação, assim como o quadro conceptual que lhe está associado. Não se devem esperar apresentações lineares ou muito estruturadas desta UC. Espera-se que o aluno descubra e aprenda por si próprio, com base no trabalho individual e no trabalho de grupo/equipa. Todas as leituras são obrigatórias para a UC, mesmo que não sejam diretamente abordadas na aula. A classificação baseia-se na contribuição do estudante para os debates da aula, nos relatórios da equipa divulgados durante a UC, e será incluída uma componente de avaliação pelos partes ao nível do grupo (cada elemento do grupo deverá avaliar os restantes elementos).

A classificação tem 3 componentes:

- A(20%): contribuição para os debates da aula, assiduidade, classificação pelos pares
- B(40%>):um relatório individual(#1)e um relatório de grupo(#2), classificação pelos pares
- C(40%>):exame final (2horas)

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Through analysis and discussion of different cases, movies and people experiences, you are expected to learn about the realities of innovation, as well as the basic conceptual frameworks associated. Do not expect linear and very much structured presentations from faculty. This is a course where you should discover and learn by yourself, based on individual work and group/team work. All reading assignments are mandatory for the course, even if they are not directly discussed in the class. GRADING will be based on each student contribution for the class discussions, on team assignments to be announced during the course, and they will include a component of peer evaluation at group level (every member of each group should evaluate all the other members).

Grading will have three components:

- A (20%): contribution to class discussions, assiduity, group peer grading
- B (40%>): one individual (#1) and one group assignment (#2), group peer grading
- C (40%>): final examination (2 hours)

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

A inovação é basicamente um processo social. Discussão de casos, visualização e discussão de vídeos de especialistas e interação com os outros elementos são competências importantes para promover a compreensão do processo de inovação.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Innovation is basically a social process. Case discussion, analysis of movies and interaction with others and experts are important skills to improve the understanding of innovation process.

**6.2.1.9. Bibliografía principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Sullivan, D., "Manufacturing Outsourcing - A Knowledge Perspective", Springer, 2012
2. OSullivan, D., "Applying Innovation", Sage Publishing, Thousand Oaks, California,
3. Schumpeter, J., "Capitalism, socialism and democracy", Harper & Brothers (1942), chap. 7 (The process of creative destruction).
4. Christensen, C, "The innovator 's dilemma. When new technologies cause greatfirms tofail", Harvard Business Press, 1997
5. Christensen, C, S. Anthony and E. Roth, "Seeing what's next: using the theories of innovation to Predict Industry Change",Harvard Business Press, 2004
6. Mowry, D. and N. Rosenberg, "Technology and the pursuit of economic growth ", Cambridge University Press, 1989
7. Allen, T. and G. Henn, "The organization and architecture of innovation. Managing the flow of technology", Butterworth, Heinemann / Elsevier (2007)

## Liderança / Leadership

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Liderança / Leadership.

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

António Maria Vieira Paisana (T: 30h)

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

--

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

--

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

Desenvolver competências gerais de liderança de modo a compreender e refletir sobre traços individuais próprios de liderança. Enquadrar o conceito de liderança em contextos gerais e organizacionais, identificar as qualidades essenciais e os respetivos fatores indutores de grandes líderes, observar os desafios das suas fases de desenvolvimento, expor diferenças com gestores e analisar contribuições científicas sobre liderança.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

To develop a wide angle perspective on leadership in order to reflect and assess own traces of leadership. To understand the environmental and organizational contexts of leadership, to identify the essential drivers and qualities of great leaders, to observe the challenges inherent to the development stages of a leader, to analyze the differences between managers and leaders and to study the main scientific contributions of leadership.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

1. O contexto meio ambiente: a crise e desafios futuros
2. O contexto organizacional da liderança: estruturas organizacionais, centralização e descentralização da decisão, Coordenação e integração, comunicação e informação, motivação
3. O que é a liderança?: qualidades, fases de desenvolvimento, gestores vs líderes, teorias de liderança
4. Liderança: um exercício de auto avaliação.

### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

1. The environmental context: crisis and challenges ahead
2. An organizational context of leadership: organizational structures, centralized v.v. decentralized decision making, coordination and integration, communication and information, motivation
3. What is leadership?: leadership qualities, development phases of leadership, managers vs leaders, power of interconnectivity - leadership theories
4. Do you know who you are?: an exercise of inner leadership instincts.

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

Estabelecer os contextos, aprender os princípios essenciais de liderança na forma de múltiplas perspetivas e retirar lições individuais. O programa foi pensado para ajudar os estudantes a construir os seus próprios potenciais de liderança.

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

Set the context, learn the essentials of leadership from multiple perspectives and draw personal lessons. The syllabus was designed to help students build their own leadership potentials.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Apresentação e discussão dos temas recorrendo a exemplos e resultados de investigação. A avaliação consiste na elaboração de dois trabalhos - de grupo (40%) e individual (60%)

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Presentation and discussion of the themes of the program using empirical examples and results of research.  
Evaluation comprises two assignments: group (40%) and individual (60%).

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Incentivar a participação na aquisição dos conhecimentos, na procura dos factores essenciais de liderança, na sua observação e análise críticas e na partilha de competências individuais.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Promoting participation in the process of knowledge acquisition, in the search of the leadership essentials, in critically observing and analyzing them, and in sharing personal leadership competences.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Gosh, P. Being Genuine at the Core, 2006
2. Gosh, P. Towards a more enlightened Leadership, Harvard University, 2002
3. House R. J. , Aditya R. N. The social Scientific Study of leadership, Journal of Management, 1977
4. Augustine N., Twelve qualities of a leader, Center for Strategic and International Studies, Washington, 1999
5. Bennis W., Seven Ages of a Leader, Harvard Business Review, January 2004
6. Zalezchnik A., Managers and Leaders: are they different?, Harvard Business Review, January 2004.
7. Dicicco, J. M. The development of Leaders in China, Rome and Persia, Florida Atlantic University, PAQ, 2003
8. Halpern, B.L., Lubar K. What great leaders have: they all have presence, Gotham Books, 2003.)

## Métodos de Investigação em Engenharia / Research Methods in Engineering

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos de Investigação em Engenharia / Research Methods in Engineering.

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

Maria Madalena Teixeira Araújo (T: 24h) / João Álvaro Brandão Soares Carvalho (T: 24h)

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

Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso (T: 3h)  
Paulo Sampaio (T: 3h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso (T: 3h)  
Paulo Sampaio (T: 3h)

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

1. Ser capaz de criar, selecionar e transformar uma ideia de investigação em tópico de investigação;
2. Ser capaz de caracterizar o “estado da arte” numa área científica;
3. Ser capaz de definir a metodologia da investigação;
4. Ser capaz de selecionar e usar os métodos mais adequados para obter dados para a investigação;
5. Ser capaz de cumprir princípios éticos na investigação;
6. Ser capaz de produzir documentos cientificamente relevantes e na formatação adequada.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

1. Explain the scientific research process;
2. Explain the differences between the research that aims at understanding the world phenomena and the research that aims at producing new artefacts;
3. Explain the differences between scientific research and engineering;
4. Explain the differences between different research methods;
5. Select and justify the research methods to be used in a research situation;
6. Assess and discuss a research plan and the selected research methods, based on a research paper or a doctoral dissertation;
7. Discuss the characteristics of the research process.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):???

1. Compreensão da variedade de abordagens de investigação: questões filosóficas; leitura crítica de textos; leituras de diferentes tradições de investigação; Investigação e desenvolvimento (I&D) e ciência e tecnologia (C&T).
2. Introdução Geral à Investigação; conceptualização do tópico; o processo de investigação. Revisão crítica da literatura.
3. A pergunta da investigação; o que sabemos, como sabemos e o que é preciso fazer para saber.
4. Abordagens dedutiva e indutiva; Estratégias de Investigação: Estudo de Casos; Análise de Experts ; Análise
5. Experimental; Investigação-acção (action research); Levantamentos ou sondagens (surveys);
6. Recolha de Dados: questionários semi-estruturados e estruturados; grupos de enfoque (focusgroups), análise de dados. Análise qualitativa de dados; Análise Estatística de dados.
7. Negociação de acesso; Ética.
8. Como escrever: uma tese, a bibliografia, referir a bibliografia no texto, representar tabelas, quadros e figuras; estrutura de uma tese.

### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

1. Introduction  
Science, technology; Research, development; Engineering, Innovation, Design; Pure research, Applied research, Technology, Engineering



2. Research process  
Conventional research and design research  
Types of design research: proof of concept; benchmarking
3. Research methods:  
Laboratory: laboratory experiments; computer simulations;  
Field: field experiments; case studies; surveys; action research
4. Characteristics of the research process  
Empirical; Tentative (not definitive); Probabilistic (not absolute certain); Testable - Refutability or falsifiability ; Parsimonious; Assume Cause & Effect; General

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Os conteúdos programáticos incidem sobre questões fundamentais do processo de investigação que são necessárias para que os estudantes possam compreender e avaliar a adequação de um plano de investigação às perguntas de investigação.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The syllabus addresses fundamental issues related to the research process, enabling the students to understand and assess the adequacy of a research plan to the research objectives.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

As aulas baseiam-se na apresentação e discussão de artigos de investigação que os estudantes leram previamente.

Em algumas sessões são confrontados com experiências de investigação, relatadas pelos próprios investigadores, usando métodos quantitativos e métodos qualitativos.

Os estudantes elaboram um trabalho em que apresentam uma ideia de investigação e analisam criticamente

um pequeno conjunto de artigos da literatura relevantes; avançam tanto quanto puderem no processo de definição da pergunta de investigação e da metodologia mais adequada e sua justificação.

Elaboram também um poster para divulgar apelativamente a sua ideia e fazem uma breve apresentação oral.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Classes involve the discussion of research papers the students have been asked to read or the presentation and discussion of research work.

For several sessions students are asked to develop the answer to some proposed questions.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

O processo de ensino envolve uma forte participação dos estudantes em debates sobre os artigos e trabalhos de investigação lidos previamente ou apresentados, focando na pergunta, no processo e nos métodos de investigação usados, tendo presente a importância da relevância para a sociedade, do rigor científico e das questões éticas.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

The learning process involves a high level of student participation in debates about research descriptions (papers and dissertations) focusing on the research process and methods.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Andrew Abbott(2004), Methods of Discovery:Heuristics for the Social Sciences, W.W. Norton & Company, New York.
2. Creswell,J.W., Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches, Sage,1994.
3. Vaishnavi,V. and W.Kuecler Jr., Design Science Research Methods and Patterns:Innovating Information and Communication Technology, Auerbach Publications2008.
4. Saunders, Mark, Philip Lewis&Adrian Thornhill(2007),Research Methods for Business Students,4ª

Edição,Financial Times Prentice-Hall.

5. Simon,H. A., *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press,1981.
6. Feibleman, James K.,*Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions, Technology and Culture*,2:4(1961:Fall)
7. McGrath, J. E., *Dilemmatics:The Study of Research Choices and Dilemmas*,. in *Judgment Calls in Research*, J. E. McGrath, J. Martin, and R. A. Kulka(eds.), Sage, Beverly Hills, CA, 1982,pp.69-102
8. W.L. Neuman(2003), *Social research methods: qualitative and quantitative approaches*,5th ed.,Allyn and Bacon, Boston.

## Métodos Quantitativos e Qualitativos na Engenharia / Quantitative and Qualitative Methods in Engineering

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Métodos Quantitativos e Qualitativos na Engenharia (M2QE)/ Quantitative and Qualitative Methods in Engineering (QQME).

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

Ana Cristina da Silva Braga (T: 12h)

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

Celina Maria Pinto Leão (T: 6 h)  
Cristina Maria Santos Rodrigues (T: 6 h)  
Lino António Antunes Costa (T: 6 h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Celina Maria Pinto Leão (T: 6 h)  
Cristina Maria Santos Rodrigues (T: 6 h)  
Lino António Antunes Costa (T: 6 h)

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

Dar aos estudantes do primeiro ano de doutoramento competências específicas na sua investigação para planear, concretizar, analisar e decidir. A abordagem desta unidade curricular centra-se nos procedimentos e técnicas aplicadas à investigação em Engenharia.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

Give the students of the first year of doctoral plan specific skills in their research to plan, implement, analyse and decide. The approach of this curricular unit focuses on the procedures and techniques applied to research in Engineering.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

Bloco 1: Bloco de homogeneização de conhecimentos em estatística e inferência estatística

1. Conceitos estatísticos básicos
2. Tipos de dados e fontes de dados
3. Recolha de dados primários e dados secundários (questionários, estatísticas INE)
4. Apresentação de dados e resultados
5. Definição de hipóteses, tipos de erro e estimação
6. Como usar o SPSS

Bloco 2: Técnicas de planeamento de experiências

1. Componentes e princípios do planeamento de experiências
2. Experiências com um fator
3. Introdução ao planeamento fatorial
4. Técnicas de análise paramétricas e não paramétricas

Bloco 3: Técnicas de causalidade

1. Causalidade estatística: Algumas considerações históricas
2. A linguagem dos potenciais resultados. Definição de efeitos causais através de potenciais resultados
3. Técnicas de análise de causa-efeito de natureza quantitativa e qualitativa

Bloco 4: Técnicas de análise para dados qualitativos

1. Enquadramento da Análise Qualitativa de Dados. Relação entre métodos qualitativos e quantitativos, limites de cada abordagem e considerações práticas

2. Recolha de dados qualitativos. Objetivos e técnicas de recolha (estudos de caso, entrevistas (não-estruturadas, semiestruturadas, estruturadas), questionários, história de vida, grupo focal, técnicas projetivas e observação participante)
3. Técnicas de análises qualitativas, categorização dos dados e construção de tipologias
4. Introdução à utilização de programas informáticos na análise de dados qualitativos

#### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

Block 1: Block for homogenization of knowledge in statistics and statistical inference

1. Basic statistical concepts
2. Types of information and data sources
3. Collection of primary data and secondary data (questionnaires, statistics INE)
4. Presentation of data and results
5. Definition of hypotheses, types of errors and estimation
6. Using SPSS

Block 2: Techniques of design of experiments

1. Components and principles of experimental design
2. Experiments with one factor
3. Introduction to factorial design
4. Techniques for parametric and non-parametric analysis

Block 3: Techniques of causality

1. Statistical causality: Some historical considerations
2. The language of potential outcomes. Definition of causal effects through potential outcomes
3. Techniques of analysis of cause-effect quantitative and qualitative

Block 4: Techniques for analyzing qualitative data

1. Framework for Qualitative Data Analysis. Relationship between qualitative and quantitative methods, limits of each approach and practical considerations
2. Collection of qualitative data. Objectives and data collection techniques (case studies, interviews (unstructured, semi-structured, structured), questionnaires, life history, focus groups, projective techniques and participant observation)
3. Techniques of qualitative analysis, data categorization and building typologies
4. Introduction to the use of software in the analysis of qualitative data

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram definidos em função dos objetivos e das competências a serem adquiridos pelos estudantes. Estes conteúdos conferem-lhes a capacidade de um raciocínio crítico, analítico e de síntese quer de situações quer de soluções. Ao mesmo tempo, tornam-se capazes de encontrar o melhor método a aplicar na resolução de um problema em engenharia, interpretar e elaborar conclusões a partir dos resultados.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

The syllabus of the curricular unit was based on the objectives and competences to be acquired by the students. This syllabus gives the students the ability to a critical and analytical thinking, and a synthesis of situations and their solutions. The contents also provide the students to be able to find the best method to apply in solving an engineering problem, to interpret and to draw conclusions from the results.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

ENSINO: expositivo e ativo (aprendizagem ativa). Exposição participativa, dinâmicas de grupo, exercícios de auto-avaliação e discussões entre os participantes, com o uso das técnicas apresentadas.

AVALIAÇÃO:

- A1: dinâmica de grupo em aula (apresentação e discussão de artigos científicos em aula)
- A2: edição do relatório (trabalho de grupo)
- A3: apresentação oral (individual)
- A4: prova de avaliação individual

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

TEACHING: expository and active (active learning). exposure Participative, group dynamics, self-assessment exercises and discussions among the participants, with the use of the techniques presented.

**EVALUATION:**

- A1: group dynamics in the classroom (presentation and discussion of scientific papers in class)
- A2: editing of the report (group work)
- A3: oral presentation (individual)
- A4: individual assessment test

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Na unidade curricular de M2QE irão ser fornecidos os fundamentos teóricos e práticos de uma metodologia científica geral, e caracterizá-la em relação a alguns aspetos que podem justificar a sua especificidade relativamente às áreas científicas da estatística, bem como iniciar os alunos nos métodos e técnicas para a elaboração de um trabalho científico.

As competências cognitivas são desenvolvidas através da exposição participativa e da resolução de exercícios. As competências práticas são desenvolvidas através leitura e discussão de artigos científicos e dos trabalhos em grupo supervisionados. As competências de comunicação são adquiridas através de dinâmicas de grupo e das apresentações orais.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

In the curricular unit M2QE will be provided the theoretical and practical aspects of a general scientific methodology, and to characterize it in relation to some aspects that can justify its specificity with regard to scientific areas of statistic, as well as initiate the students for the methods and techniques for preparation of a scientific paper.

The cognitive abilities are developed through participative exposure and exercises solving. The practical abilities are developed through reading and discussion of scientific papers and supervised group works. Communication skills are acquired through group dynamics and oral presentations.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

**BLOCO 1**

1. Montgomery, D.C., Runger, G.C. and Hubele, N.F. (2010). Engineering Statistics. 5th Edition. Wiley.
2. Ott, R.L. and Longnecker, M.T. (2010). An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. 6th Edition. Duxbury Press.
3. Pallant, J. (2010). SPSS Survival Manual: A step by step guide to data analysis using SPSS. 4th Edition Open University Press.

**BLOCO 2**

4. Douglas C. Montgomery (2009), Design and Analysis of Experiments, 7th Edition, John Wiley & Sons.
5. Robert L. Mason, Richard F. Gunst, James L. Hess (2003), Statistical Design and Analysis of Experiments, with Applications to Engineering and Science, 2nd Edition, John Wiley & Sons.

**BLOCO 3**

6. Causality: statistical perspectives and applications / edited by Carlo Berzuini, Philip Dawid, Luisa Bernardinelli. Book. Chichester, West Sussex : Wiley, 2012.
7. D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, 5th ed. Wiley

**BLOCO 4**

8. Miles, M.B., Huberman, A.M. (1994). Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook, SAGE PUBLICATIONS INC. ISBN: 9780803955400
9. Grbich, C. (2007). Qualitative Data Analysis: An Introduction. Sage Publications

## **Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica I / Advanced Education in Control, Automation and Robotics I**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica / Advanced Education in Control, Automation and Robotics I.

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

Paulo Garrido (OT: 5 h, S: 2h)

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

Cristina Santos (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Estela Bicho (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Fernando Ribeiro (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Filomena Soares (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Jaime Fonseca (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Sérgio Monteiro (OT: 5 h, S: 3h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

Cristina Santos (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Estela Bicho (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Fernando Ribeiro (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Filomena Soares (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Jaime Fonseca (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Sérgio Monteiro (OT: 5 h, S: 3h)

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

1. Projetar sistemas de controlo usando o paradigma 'Linear Quadratic Gaussian Control';
2. Aplicar algoritmos de controlo adaptativos, quer usando o paradigma do 'Self-Tuning Regulator', quer usando o paradigma do 'Model Reference Adaptive Control'.
3. Desenvolver sistemas multi-sensoriais de aquisição de dados.
4. Desenvolver sistemas de automação baseados em controladores lógicos programáveis ligados em rede.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

1. To design control systems using Linear Quadratic Gaussian Control;
2. To apply adaptive control algorithms, either using the Self-Tuning Regulator Paradigm or the Model Reference Adaptive Control paradigm.
3. To develop multi-sensor data acquisition systems.
4. To develop automation systems based on networked logic programmable controllers.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Modelização de perturbações como processos estocásticos; distribuições e covariância. O problema do controlo e estimação ótima do estado: a equação de Riccati e o filtro de Kalman. Os princípios da equivalência da certeza e da separação.
2. Controladores adaptativos. Métodos de identificação do processo. Reguladores auto-sintonizados diretos e indiretos. Controladores adaptativos por modelo de referência diretos e indiretos.
3. Instrumentação e sensores. Teoria da medida. Tipos e características de sensores. Condicionamento de sinal. Processos de amostragem, armazenamento e visualização de dados. Integração multi-sensorial de dados. Instrumentação virtual.

4. Conceito, características, representação e implementação de um automatismo. Componentes e estrutura de um controlador lógico programável (CLP), funções e linguagens de programação. Ligação de CLPs em redes industriais de comunicação.

#### **6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Modelling disturbances as stochastic processes; distributions and covariance. The optimal control and state estimation problems: the Riccati equation and the Kalman filter. The certainty equivalence and separation principles.
2. Adaptive controllers. Process identification methods. Direct and indirect self-tuning regulators and model reference adaptive controllers.
3. Instrumentation and sensors. Measurement theory. Types and characteristics of sensors. Signal conditioning. The processes of sampling, storing and data visualization. Sensor fusion. Virtual instrumentation.
4. Concept, characteristics, representation and implementation of an automatism. Components and structure of a programmable logic controller (PLC), functions and programming languages. Industrial networks of PLCs.

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Pode verificar-se que os conteúdos programáticos constituem, ponto por ponto, conhecimentos necessários à obtenção das competências enunciadas como objetivos de aprendizagem, ao nível de estudos de doutoramento.

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

It can be verified that the syllabus is constituted, in all its items, by subjects necessary to the acquisition of the competences, at the PhD student level, declared as learning outcomes of the curricular unit.

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Tratando-se de uma unidade curricular opcional, o número de alunos esperados por ano é reduzido – em princípio limitado aos alunos que pretendem realizar a tese em controlo, automação ou robótica. Assim, e tendo em conta os perfis dos alunos, as aulas formais serão substituídas por seminários abordando os vários tópicos, apresentação e discussão de artigos pelos alunos, e, se justificado, trabalhos práticos.

A avaliação pode consistir na escrita de um relatório sobre um tema proposto, demonstrando domínio de pelo menos dois dos objetivos de aprendizagem / conteúdos programáticos listados, e integrado no domínio científico da área de investigação do doutorando. Em alternativa, ou conjuntamente, poderá ser realizado um trabalho experimental inserido na área de investigação do doutorando e demonstrando também domínio de pelo menos dois dos objetivos de aprendizagem / conteúdos programáticos listados.

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

As this curricular unit is optative, the expected number of students in each academic year is small – in principle, it will be limited to those pretending to write a thesis in control, automation or robotics. This will allow to substitute formal classes by seminars on the different topics, by presentation and discussion of relevant literature by students and, if justified, by practical or laboratory works.

Assessment will require the production of a written report on a proposed theme, demonstrating mastery of at least two of the learning outcomes / syllabus items, which should be inside the scientific domain of the student's purported research area.

Otherwise, or even jointly, a laboratory work can be developed, within the inside the research area of the student and demonstrating mastery of at least two of the learning outcomes / syllabus items of the curricular unit.

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Tendo em conta o reduzido número de alunos esperados na unidade curricular, é possível realizar um processo de ensino personalizado, focado na resolução das principais lacunas de formação de cada aluno

e indo de encontro às suas necessidades específicas, em termos da área de investigação a seguir pelo doutorando.

O reduzido número de alunos permite também o contato com projetos de investigação em curso, que podem ser usados para a realização de trabalhos de cariz experimental ou mais teóricos. Este contato direto com projetos em curso permite obter uma perspetiva atual do estado-da-arte.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Taking in account the small number of students expected to enrol in the curricular unit each year, it is possible to deploy a teaching process individually customized. This process will be focused on addressing the acquisition of the pre-requisite knowledge necessary to each student, as well as giving her or him main conceptual tools to develop research conducting to the thesis.

The expected small number of students also allows for them to get in touch with on-going research projects, including through developing laboratory works, and getting an up-to-date perspective on state of the art.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. KJ Aström, B Wittenmark, Computer-controlled systems: theory and design. Prentice Hall, 1997.
2. KJ Aström, B Wittenmark, Adaptive control. Addison-Wesley, 2008.
3. Y. Cao, A. Fukunaga, e A. Kahng, "Cooperative Mobile Robotics: Antecedents and Directions", Autonomous Robots, 4:1-23, 1997.
4. Y. Chen e Z. Wang, "Formation control: a review and a new consideration", In Proc. of the IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp 3664–3669, Edmonton, Alberta, Canada, August 2–6, 2005
5. Veysel Gazi e Baris Fidan, "Coordination and Control of Multi-agent Dynamic Systems: Models and Approaches", in Swarm Robotics Ws, LNCS 4433, pp. 71–102, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.



## **Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica II / Advanced Education in Control, Automation and Robotics II**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Controlo, Automação e Robótica / Advanced Education in Control, Automation and Robotics II.

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

Paulo Garrido (OT: 5 h, S: 2h)

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

Cristina Santos (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Estela Bicho (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Fernando Ribeiro (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Filomena Soares (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Jaime Fonseca (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Sérgio Monteiro (OT: 5 h, S: 3h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

Cristina Santos (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Estela Bicho (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Fernando Ribeiro (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Filomena Soares (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Jaime Fonseca (OT: 5 h, S: 3h) ou  
Sérgio Monteiro (OT: 5 h, S: 3h)

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

1. Aplicar sistemas dinâmicos não-lineares para estabelecer comportamentos adequados em robôs móveis.
2. Aplicar redes neuronais para a realização de tarefas cognitivas por robôs.
3. Desenvolver modelos de coordenação e controlo em equipas multi-robô para a execução de tarefas diversas.
4. Modelizar a cinemática e dinâmica de robôs manipuladores.
5. Aplicar técnicas fundamentais de processamento de imagem e visão por computador.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

1. To apply non-linear dynamic systems to create adequate mobile robots behaviour.
2. To apply neural networks to the performance of cognitive tasks by robots.
3. To develop models of coordination and control for multi-robot systems in order that these accomplish different tasks.
4. To model the kynematics and dynamics of manipulator robots.
5. To apply fundamental techniques of image processing and computer vision.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Sistemas dinâmicos não-lineares: análise do comportamento, determinação de pontos fixos e sua estabilidade, bifurcações, caos. Utilização para a geração de comportamentos de robôs móveis.
2. Redes neuronais artificiais: conceitos básicos, tipos e aplicações, redes estáticas e dinâmicas. Modelos feedforward, mapas auto-organizantes e redes associativas. Aplicações na geração de tarefas cognitivas em robôs.

3. Problemas de controlo e coordenação em sistemas multi-robô (SMR); arquiteturas; controlo baseado em comportamentos, em arquiteturas líder-seguidor e em estruturas virtuais; estudos de caso do controlo de formações robóticas.
4. Tipos de manipuladores robóticos e sistemas de coordenadas. Cinemática direta e inversa. Formulações de Lagrange e de Newton-Euler da dinâmica. Planeamento de trajetórias e controlo de força. Simulação e sistemas operativos robóticos de tempo real.
5. Formação da imagem. Agrupamento e classificação. Geometria da visão. Reconhecimento. Segmentação, fluxo ótico e seguimento.

**6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Non-linear dynamic systems: behaviour analysis, fixed point determination and stability, bifurcations, chaos. Applications to behaviour generation of mobile robots.
2. Artificial neural networks: basic concepts, types, applications, static and recurrent networks. Feedforward models, self-organizing maps and associative networks. Application in robotic cognitive tasks.
3. Problems of coordination and control in multi-robot systems (MRS); architectures; control based on behaviours, on leader follower architectures and in virtual structures
4. Types of robotic manipulators and coordinate systems. Direct and inverse kinematics. Lagrange and Newton-Euler formulation of dynamics. Trajectory planning and force control. Simulation and robotic real-time operating systems.
5. Image formation. Grouping and fitting. Geometric vision. Recognition. Segmentation; optical flow and tracking.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Pode verificar-se que os conteúdos programáticos constituem, ponto por ponto, conhecimentos necessários à obtenção das competências enunciadas como objetivos de aprendizagem, ao nível de estudos de doutoramento.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

It can be verified that the syllabus is constituted, in all its items, by subjects necessary to the acquisition of the competences, at the PhD student level, declared as learning outcomes of the curricular unit.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Tratando-se de uma unidade curricular opcional, o número de alunos esperados por ano é reduzido – em princípio limitado aos alunos que pretendem realizar a tese em controlo, automação ou robótica. Assim, e tendo em conta os perfis dos alunos, as aulas formais serão substituídas por seminários abordando os vários tópicos, apresentação e discussão de artigos pelos alunos, e, se justificado, trabalhos práticos.

A avaliação pode consistir na escrita de um relatório sobre um tema proposto, demonstrando domínio de pelo menos dois dos objetivos de aprendizagem / conteúdos programáticos listados, e integrado no domínio científico da área de investigação do doutorando. Em alternativa, ou conjuntamente, poderá ser realizado um trabalho experimental inserido na área de investigação do doutorando e demonstrando também domínio de pelo menos dois dos objetivos de aprendizagem / conteúdos programáticos listados.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

As this curricular unit is optative, the expected number of students in each academic year is small – in principle, it will be limited to those pretending to write a thesis in control, automation or robotics. This will allow to substitute formal classes by seminars on the different topics, by presentation and discussion of relevant literature by students and, if justified, by practical or laboratory works.

Assessment will require the production of a written report on a proposed theme, demonstrating mastery of at least two of the learning outcomes / syllabus items, which should be inside the scientific domain of the student's purported research area.

Otherwise, or even jointly, a laboratory work can be developed, within the inside the research area of the student and demonstrating mastery of at least two of the learning outcomes / syllabus items of the curricular unit.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Tendo em conta o reduzido número de alunos esperados na unidade curricular, é possível realizar um processo de ensino personalizado, focado na resolução das principais lacunas de formação de cada aluno e indo de encontro às suas necessidades específicas, em termos da área de investigação a seguir pelo doutorando.

O reduzido número de alunos permite também o contato com projetos de investigação em curso, que podem ser usados para a realização de trabalhos de cariz experimental ou mais teóricos. Este contato direto com projetos em curso permite obter uma perspetiva atual do estado-da-arte.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Taking in account the small number of students expected to enrol in the curricular unit each year, it is possible to deploy a teaching process individually customized. This process will be focused on addressing the acquisition of the pre-requisite knowledge necessary to each student, as well as giving her or him main conceptual tools to develop research conducting to the thesis.

The expected small number of students also allows for them to get in touch with on-going research projects, including through developing laboratory works, and getting an up-to-date perspective on state of the art.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. KJ Aström, B Wittenmark, Computer-controlled systems: theory and design. Prentice Hall, 1997.
2. KJ Aström, B Wittenmark, Adaptive control. Addison-Wesley, 2008.
3. Y. Cao, A. Fukunaga, e A. Kahng, "Cooperative Mobile Robotics: Antecedents and Directions", Autonomous Robots, 4:1-23, 1997.
4. Y. Chen e Z. Wang, "Formation control: a review and a new consideration", In Proc. of the IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp 3664–3669, Edmonton, Alberta, Canada, August 2–6, 2005
5. Veysel Gazi e Baris Fidan, "Coordination and Control of Multi-agent Dynamic Systems: Models and Approaches", in Swarm Robotics Ws, LNCS 4433, pp. 71–102, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

## **Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia I / Advanced Education in Power Electronics and Energy I**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia / Advanced Education in Power Electronics and Energy I.

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

João Luiz Afonso (OT: 5h, S: 3h)

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

José Gabriel Oliveira Pinto (OT: 5h, S: 2h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

José Gabriel Oliveira Pinto (OT: 5h, S: 2h)

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

Esta unidade visa dar formação avançada no atual estado da arte da investigação relacionada com a área da Eletrónica de Potência aplicada a Sistemas Eléctricos, de forma a assegurar conhecimentos fundamentais que permitam aos doutorandos realizar investigação e desenvolvimento em Engenharia Eletrotécnica e Eletrónica, nomeadamente em tópicos relacionados com:

1. Produção e Distribuição de Energia Elétrica (incluindo Smart Grids, Microprodução por Energias Renováveis e Geração Distribuída);
2. Qualidade de Energia (incluindo Condicionadores Ativos de Rede Elétrica para a Compensação de problemas);
3. Tecnologias de Eletrónica de Potência aplicadas à Mobilidade Elétrica.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

This unit intends to give an advanced overview of the current state of the art and research challenges in the area of Power Electronics applied to Electric Systems to make possible for the PhD students to perform Research and Development in Electrical Engineering in topics related to:

1. Generation and Distribution of Electric Energy (including Smart Grids, Microproduction from Renewable Energy Sources and Distributed Generation);
2. Power Quality (including Active Power Line Conditioners for the compensation of de problems);
3. Power Electronics technologies applied to Electric Mobility.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Tecnologias dos Sistemas Eléctricos para Produção, Transporte, Distribuição e Utilização de Energia.
2. Principais Fontes de Energia Renovável: Hídrolétrica, Eólica, Solar Fotovoltaica.
3. Smart Grids, Produção Distribuída de Energia e Microgeração.
4. Tecnologias para sistemas de otimização da extração de energia a partir de painéis solares fotovoltaicos e de unidades eólicas e para Interface de sistemas de energia renovável com a rede elétrica.

### **6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Technologies of Electrical Power Systems for Generation, Transmission, Distribution and Utilization of Energy.

2. Main Renewable Energy Sources: Hydro Power, Wind Power, Solar Photovoltaic.
3. Smart Grids, Distributed Energy Generation and Microgeneration.
4. Technologies for energy extraction optimization from solar and wind power generation systems, and for the interface of renewable energy sources with the electrical power grid.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

A lista de tópicos, bem como a sequência dos mesmos, foi escolhida tendo em atenção tratar-se de uma unidade curricular de Tópicos Avançados, que visa fornecer ao doutorando uma visão abrangente, mas ao mesmo tempo com aspectos específicos, do estado da arte em cada tópico. Assim, embora mantendo a filosofia exemplificada na lista apresentada, os tópicos estudados serão necessariamente atualizados periodicamente, de forma a refletirem o estado da arte das tecnologias. Os temas apresentados incluem sempre uma discussão dos aspetos conceptuais das tecnologias associadas e da envolvente socioeconómica. Complementarmente, sobre cada tópico serão discutidos novos desafios tecnológicos, económicos e sociais, e serão colocadas questões em aberto.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The list of topics, as well as their sequence, was chosen taking into attention that it is a curricular unit of Advanced Topics, which intends to provide to the PhD student a comprehensive view of technical subjects, but with specific aspects of the state of the art. Thus, while maintaining the philosophy exemplified in the displayed list, the topics covered will necessarily be updated periodically, to reflect the state of the art of the technologies. The themes presented always include a discussion of the conceptual aspects of the related technologies and socio-economic environment. Additionally, on each topic are discussed further technological, economic and social challenges, and open questions are presented.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Uma vez que nesta UC se espera um reduzido número de alunos em cada ano, em lugar de aulas formais, estão planeadas apresentações tutoriais de tópicos avançados e trabalhos realizados pelos alunos (e.g., estudos individuais supervisionados, experimentação com realização de trabalhos em laboratório, estágios e visitas a laboratórios de investigação, etc.). A avaliação tem como base a escrita de monografias sobre os temas pesquisados, e a realização de apresentações, discutindo a aplicabilidade deste domínio científico à área de investigação do doutorando, e identificando o que poderiam ser os principais desafios de investigação nesse contexto.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Since it is expected a small number of students in each year for this curricular unit, rather than formal lessons, for this classes are planned tutorial presentations of advanced topics, as well as the realization of works by the students (e.g., supervised individual studies, experimentation works in laboratory, internships and visits to research laboratories, etc). The evaluation is based on the writing of monographs on the researched topics, and in the delivering of presentations, discussing the applicability of the scientific domain to the area of doctoral research, and identifying what could be the major research challenges in this context

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

O reduzido número de alunos em cada unidade curricular de Formação Avançada, como esta, permite conduzir um processo de ensino bastante personalizado, tendo em atenção as lacunas de formação e necessidades específicas de cada doutorando. Esta unidade curricular também permite um contacto direto com projetos de investigação na área tecnológica em causa, o que possibilita a aquisição de uma visão atualizada do estado da arte. Complementarmente, e sempre que possível, os alunos são também envolvidos em seminários de investigação relacionados com a área.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

The small number of students in each curricular unity of Advanced Topics, such as this one, allows a very personalized learning process, taking into consideration some lack of important previous knowledge, and specific needs of formation for each doctoral student.

This curricular unit also allows a direct contact with research projects in the technology area that is more related to the PhD student, enabling the acquisition of an updated view of the state of the art. In addition, and whenever possible, students are also involved in research seminars related to the field.

**6.2.1.9. Bibliografía principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Decentralised Power Generation in the Liberalised EU Energy Markets – Wolfram.
2. Modern Industrial Electronics - Timothy J. Maloney.
3. Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions - Math H. J. Bollen.
4. Voltage Quality in Electrical Power Systems - P. Anderson.
5. Power Quality – C. Sankaran.
6. EMC for Systems and Installations - Tim Williams, Keith Armstrong Butterworth-Heinemann.
7. Analysis and Design of Some New Active Power Filters for Power Quality Enhancement - Vijaya Bhanumurthi Bhavaraju.
8. Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices, Arindam Ghosh.
9. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning - Hirofumi Akagi, Edson Hirokazu Watanabe, Mauricio Aredes.
10. Technical papers and other support material made available to the students.

## **Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia II / Advanced Education in Power Electronics and Energy II**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Electrónica de Potência e Energia / Advanced Education in Power Electronics and Energy II.

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

João Luiz Afonso (OT: 5h, S: 3h)

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

José Gabriel Oliveira Pinto (OT: 5h, S: 2h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

José Gabriel Oliveira Pinto (OT: 5h, S: 2h)

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

Esta unidade visa dar formação avançada no atual estado da arte da investigação relacionada com a área da Electrónica de Potência aplicada a Sistemas Eléctricos, de forma a assegurar conhecimentos fundamentais que permitam aos doutorandos realizar investigação e desenvolvimento em Engenharia Eletrotécnica e Electrónica, nomeadamente em tópicos relacionados com:

1. Produção e Distribuição de Energia Elétrica (incluindo Smart Grids, Microprodução por Energias Renováveis e Geração Distribuída);
2. Qualidade de Energia (incluindo Condicionadores Ativos de Rede Elétrica para a Compensação de problemas);
3. Tecnologias de Electrónica de Potência aplicadas à Mobilidade Elétrica.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

This unit intends to give an advanced overview of the current state of the art and research challenges in the area of Power Electronics applied to Electric Systems to make possible for the PhD students to perform Research and Development in Electrical Engineering in topics related to:

1. Generation and Distribution of Electric Energy (including Smart Grids, Microproduction from Renewable Energy Sources and Distributed Generation);
2. Power Quality (including Active Power Line Conditioners for the compensation of de problems);
3. Power Electronics technologies applied to Electric Mobility.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Racionalização e Eficiência Energética; Energia e Meio Ambiente.
2. Qualidade de Energia: Problemas, Normas, Sistemas de Monitorização, Soluções Tradicionais, Novas Soluções, Casos Exemplo.
3. Condicionadores Ativos de Rede Elétrica para a Compensação Dinâmica de Potência Reativa, Harmónicos e Desequilíbrios de Tensão e Corrente, Sags, Swells e Flicker na Tensão, etc.
4. Tecnologias de Veículos Eléctricos e Integração em Smart Grids: G2V (Grid-to-Vehicle), V2G (Vehicle-to-Grid), H2V (Home-to-Vehicle) and V2H (Vehicle-to-Home).

### **6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Energy Rationalization and Efficiency; Energy and Environment.

2. Power Quality: Problems, Standards, Monitoring Systems, Traditional Solutions, New Solutions, Example Cases.
3. Active Power Line Conditioners for Dynamic Compensation of Reactive Power, Current and Voltage Harmonics and Unbalances, Voltage Sags, Swells and Flicker, etc.
4. Technologies of Electric Vehicles and Integration in Smart Grids: G2V (Grid-to-Vehicle), V2G (Vehicle-to-Grid), H2V (Home-to-Vehicle) and V2H (Vehicle-to-Home).

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

A lista de tópicos, bem como a sequência dos mesmos, foi escolhida tendo em atenção tratar-se de uma unidade curricular de Tópicos Avançados, que visa fornecer ao doutorando uma visão abrangente, mas ao mesmo tempo com aspectos específicos, do estado da arte em cada tópico.

Assim, embora mantendo a filosofia exemplificada na lista apresentada, os tópicos estudados serão necessariamente atualizados periodicamente, de forma a refletirem o estado da arte das tecnologias. Os temas apresentados incluem sempre uma discussão dos aspetos conceptuais das tecnologias associadas e da envolvente socioeconómica. Complementarmente, sobre cada tópico serão discutidos novos desafios tecnológicos, económicos e sociais, e serão colocadas questões em aberto.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The list of topics, as well as their sequence, was chosen taking into attention that it is a curricular unit of Advanced Topics, which intends to provide to the PhD student a comprehensive view of technical subjects, but with specific aspects of the state of the art. Thus, while maintaining the philosophy exemplified in the displayed list, the topics covered will necessarily be updated periodically, to reflect the state of the art of the technologies. The themes presented always include a discussion of the conceptual aspects of the related technologies and socio-economic environment. Additionally, on each topic are discussed further technological, economic and social challenges, and open questions are presented.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Uma vez que nesta UC se espera um reduzido número de alunos em cada ano, em lugar de aulas formais, estão planeadas apresentações tutoriais de tópicos avançados e trabalhos realizados pelos alunos (e.g., estudos individuais supervisionados, experimentação com realização de trabalhos em laboratório, estágios e visitas a laboratórios de investigação, etc.).

A avaliação tem como base a escrita de monografias sobre os temas pesquisados, e a realização de apresentações, discutindo a aplicabilidade deste domínio científico à área de investigação do doutorando, e identificando o que poderiam ser os principais desafios de investigação nesse contexto.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Since it is expected a small number of students in each year for this curricular unit, rather than formal lessons, for this classes are planned tutorial presentations of advanced topics, as well as the realization of works by the students (e.g., supervised individual studies, experimentation works in laboratory, internships and visits to research laboratories, etc).

The evaluation is based on the writing of monographs on the researched topics, and in the delivering of presentations, discussing the applicability of the scientific domain to the area of doctoral research, and identifying what could be the major research challenges in this context

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

O reduzido número de alunos em cada unidade curricular de Formação Avançada, como esta, permite conduzir um processo de ensino bastante personalizado, tendo em atenção as lacunas de formação e necessidades específicas de cada doutorando.

Esta unidade curricular também permite um contacto direto com projetos de investigação na área tecnológica em causa, o que possibilita a aquisição de uma visão atualizada do estado da arte. Complementarmente, e sempre que possível, os alunos são também envolvidos em seminários de investigação relacionados com a área.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**



The small number of students in each curricular unity of Advanced Topics, such as this one, allows a very personalized learning process, taking into consideration some lack of important previous knowledge, and specific needs of formation for each doctoral student.

This curricular unit also allows a direct contact with research projects in the technology area that is more related to the PhD student, enabling the acquisition of an updated view of the state of the art. In addition, and whenever possible, students are also involved in research seminars related to the field.

**6.2.1.9. Bibliografía principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Decentralised Power Generation in the Liberalised EU Energy Markets – Wolfram.
2. Modern Industrial Electronics - Timothy J. Maloney.
3. Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions - Math H. J. Bollen.
4. Voltage Quality in Electrical Power Systems - P. Anderson.
5. Power Quality – C. Sankaran.
6. EMC for Systems and Installations - Tim Williams, Keith Armstrong Butterworth-Heinemann.
7. Analysis and Design of Some New Active Power Filters for Power Quality Enhancement - Vijaya Bhanumurthi Bhavaraju.
8. Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices, Arindam Ghosh.
9. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning - Hirofumi Akagi, Edson Hirokazu Watanabe, Mauricio Aredes.
10. Technical papers and other support material made available to the students.

## Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrónicos I / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems I

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrónicos / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems I.

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

Luis Gonçalves (OT: 5 h, S: 3 h)

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

Luis Alexandre Machado da Rocha (OT: 5 h, S: 2 h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Luis Alexandre Machado da Rocha (OT: 5 h, S: 2 h)

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

Esta unidade curricular tem como principal objetivo dar formação avançada aos alunos na área da Instrumentação e Microssistemas Eletrónicos, nomeadamente:

1. Perceber e saber usar os processos de tecnologia CMOS e micromaquinagem (volúmica e superficial), incluindo as tecnologias de deposição e remoção seletiva (*etching*) de materiais;
2. Saber projectar circuitos CMOS analógicos (amplificadores, comparadores), bem como a utilização de ferramentas de simulação e desenho de circuitos CMOS;

Em termos de competências, o doutorando será dotado um conhecimento aprofundado dos princípios teóricos de instrumentação e ficará apto a dimensionar microssistemas simples.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

This course aims to give advanced training in the field of Instrumentation and Electronic Microsystems, including:

1. To understand and use the processes of CMOS technology and micromachining (bulk and surface), including technologies for deposition and etching of materials;
2. Design of analog circuits (CMOS amplifiers, comparator circuits) and the use of simulation and design tools for CMOS circuits;

In terms of skills, the doctoral student will acquire a thorough understanding of the theoretical principles of instrumentation and will be able to design simple microsystems.

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

Os conteúdos a abordar na UC, estão divididos em três linhas, nomeadamente Microfabricação, Microssensores, Instrumentação e Circuitos Integrados Analógicos:

1. Microfabricação
  - 1.1. Processos de deposição PVD e CVD e processos de etching;
  - 1.2. Tecnologia CMOS;
  - 1.3. Processos de fabrico: micromaquinagem volúmica (bulk-micromachining), microma-quinagem superficial (surface-micromachining) e os processos baseados em SOI (silicon-on-insulator);
2. Instrumentação e Circuitos Integrados Analógicos

- 2.1. Modelo analógico dos MOSFET's
- 2.2. Current sources and sinks and References
- 2.3. Amplificadores
- 2.4. DACs e ADCs.

#### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

The contents addressed in this UC, are divided into three lines, namely Microfabrication, Microsensors, Instrumentation and Analog Integrated Circuits:

1. Microfabrication
  - 1.1. PVD and CVD deposition processes and etching processes;
  - 1.2. CMOS Technology;
  - 1.3. Manufacturing processes: Bulk-micromachining, surface- micromachining and SOI (silicon-on-insulator) based processes;
2. Instrumentation and Analog Integrated Circuits
  - 2.1. Mosfet analog model
  - 2.2. Current sources and sinks and References
  - 2.3. Amplifiers
  - 2.4. DACs and ADCs

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

Sendo esta uma UC de formação avançada, o grande objetivo é dotar o doutorando com uma perspetiva pormenorizada dos tópicos abordados ao longo do semestre, incluindo o estado-da-arte. Devido à natural evolução do conhecimento e tecnologias nesta área, os vários tópicos serão atualizados para refletir essas mesmas evoluções.

Existirá a preocupação de apresentar os vários temas abordados de uma perspectiva holística, uma vez que ao nível dos microssistemas, a interligação entre fabrico, transdutor e eletrónica não pode ser dissociada e são os componentes chave da Instrumentação. O *roadmap* tecnológico e os desafios esperados serão também abordados.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

This curricular unit aims advanced training and therefore the big goal is to provide doctoral students with a detailed perspective of the topics covered throughout the semester, including the state of the art. Due to the natural evolution of knowledge and technologies in this area, various topics will be updated to reflect these same developments.

The various topics addressed will be presented in a holistic perspective, since microsystems have a strong link between manufacturing, electronics and transducing element. This tight coupling cannot be dissociated and is the key for micro instrumentation components. The technological roadmap and expected challenges will also be discussed.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

Tratando-se de uma UC opcional, o número de alunos esperados por ano é reduzido. Assim, e tendo em conta os perfis dos alunos, as aulas formais serão substituídas por seminários abordando os vários tópicos, apresentação e discussão de artigos pelos alunos, e, se justificado, trabalhos práticos. A avaliação pode consistir na escrita de um relatório sobre um tema proposto sobre os tópicos de formação avançada e integrado no domínio científico à área de investigação do doutorando procurando verificar os desafios de investigação nesse contexto, ou a realização de trabalho experimental inserido na área de investigação do doutorando ou ambos.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

Since this is an optional UC, the expected number of students per year is reduced. There-fore, and taking into account the profiles of the students, the classes will be replaced by formal seminars addressing various topics, presentation and discussion of articles by students, and, if justified, practical work. The evaluation may consist in the writing of a report regarding the topics of the curricular unit in the scientific area of the doctoral research checking the research challenges in this context, or conducting experimental work inserted in the subject area of research of the PhD student or both.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Tendo em conta o reduzido número de alunos esperados na UC de Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrónicos, é possível obter um processo de ensino personalizado, focado nas principais deficiências de formação de cada aluno e indo de encontro às suas necessidades específicas (quer em termos de formação, quer em termos da área de investigação a seguir pelo doutorando).

O reduzido número de alunos permite também o contato com projetos de investigação em curso, que podem ser usados para a realização de trabalhos de cariz experimental ou mais teóricos. Este contato direto com projetos em curso permite obter uma perspetiva atual do estado-da-arte.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Given the small number of expected students at this curricular unit, it is possible to get a personalized teaching process focusing in the major deficiencies of training of each student and meeting his specific needs (both in terms of training and in knowledge of the area of research of the PhD student ).

The small number of students also enables contact with ongoing research projects, which can be used to perform assignments that can be of experimental or theoretical nature. This direct contact with ongoing projects enables the students to get a current perspective of the state of the art.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Phillip E. Allen and Douglas R. Holberg , CMOS Analog Circuit Design, The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering, 2012.
2. Stephen D. Senturia, Microsystems Design, Springer International Edition, 2010.
3. R. Jacob Baker , CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley-IEEE Press, 2010.
4. Artigos seleccionados/selected papers.

## **Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrônicos II / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems II**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrônicos / Advanced Education in Instrumentation and Electronic Microsystems II.

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

Luis Alexandre Machado da Rocha (OT: 5 h, S: 3 h)

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

Luis Gonçalves (OT: 5 h, S: 2 h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

Luis Gonçalves (OT: 5 h, S: 2 h)

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

Esta unidade curricular tem como principal objetivo dar formação avançada aos alunos na área da Instrumentação e Microssistemas Eletrônicos, nomeadamente:

1. Compreender o modo de funcionamento, incluindo os princípios de transdução usados, dos principais microssensores disponíveis comercialmente e suas principais aplicações.
2. Aprender como modelar e dimensionar microssensores, tendo em atenção as limitações das tecnologias de fabrico.

Em termos de competências, o doutorando será dotado um conhecimento aprofundado dos princípios teóricos de instrumentação e ficará apto a dimensionar microssistemas simples.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

This course aims to give advanced training in the field of Instrumentation and Electronic Microsystems, including:

1. To understand the mode of operation, including the transduction properties used, of the main microsenors commercially available and their applications.
2. To learn how to model and design microsenors, taking into account the limitations of the manufacturing technologies.

In terms of skills, the doctoral student will acquire a thorough understanding of the theoretical principles of instrumentation and will be able to design simple microsenors.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

Os conteúdos a abordar na UC, estão divididos em três linhas, nomeadamente Microfabricação, Microssensores, Instrumentação e Circuitos Integrados Analógicos:

1. Microssensores
  - 1.1. Princípios de transdução usados nos microssensores;
  - 1.2. Principais microssensores, o seu princípio de funcionamento e aplicações;
  - 1.3. Modelação de sensores incluindo "lumped modelling" e modelos eletrónicos equiva-lentes;
2. Microactuadores

- 2.1. Mecanismos de atuação na microescala
- 2.2. Exemplos de atuadores, vantagens e limitações
- 2.3. Modelação de microatuadores

#### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

The contents addressed in this UC, are divided into three lines, namely Microfabrication, Microsensors, Instrumentation and Analog Integrated Circuits:

1. Microsensors
  - 1.1. Principles of transduction used in microsensors;
  - 1.2. Main microsensors, its principle of operation and applications;
  - 1.3. Modeling of sensors using lumped modeling and equivalent electronic circuits;
2. Microactuators
  - 2.1. Actuation mechanisms at the microscale
  - 2.2. Microactuators examples, advantages and limitations
  - 2.3. Microactuators modelling

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

Sendo esta uma UC de formação avançada, o grande objetivo é dotar o doutorando com uma perspetiva pormenorizada dos tópicos abordados ao longo do semestre, incluindo o estado-da-arte. Devido à natural evolução do conhecimento e tecnologias nesta área, os vários tópicos serão atualizados para refletir essas mesmas evoluções.

Existirá a preocupação de apresentar os vários temas abordados de uma perspectiva holística, uma vez que ao nível dos microssistemas, a interligação entre fabrico, transdutor e eletrónica não pode ser dissociada e são os componentes chave da Instrumentação. O *roadmap* tecnológico e os desafios esperados serão também abordados.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

This curricular unit aims advanced training and therefore the big goal is to provide doctoral students with a detailed perspective of the topics covered throughout the semester, including the state of the art. Due to the natural evolution of knowledge and technologies in this area, various topics will be updated to reflect these same developments.

The various topics addressed will be presented in a holistic perspective, since microsystems have a strong link between manufacturing, electronics and transducing element. This tight coupling cannot be dissociated and is the key for micro instrumentation components. The technological roadmap and expected challenges will also be discussed.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

Tratando-se de uma UC opcional, o número de alunos esperados por ano é reduzido. Assim, e tendo em conta os perfis dos alunos, as aulas formais serão substituídas por seminários abordando os vários tópicos, apresentação e discussão de artigos pelos alunos, e, se justificado, trabalhos práticos.

A avaliação pode consistir na escrita de um relatório sobre um tema proposto sobre os tópicos de formação avançada e integrado no domínio científico à área de investigação do doutorando procurando verificar os desafios de investigação nesse contexto, ou a realização de trabalho experimental inserido na área de investigação do doutorando ou ambos.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

Since this is an optional UC, the expected number of students per year is reduced. Therefore, and taking into account the profiles of the students, the classes will be replaced by formal seminars addressing various topics, presentation and discussion of articles by students, and, if justified, practical work.

The evaluation may consist in the writing of a report regarding the topics of the curricular unit in the scientific area of the doctoral research checking the research challenges in this context, or conducting experimental work inserted in the subject area of research of the PhD student or both.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Tendo em conta o reduzido número de alunos esperados na UC de Formação Avançada em Instrumentação e Microssistemas Eletrónicos, é possível obter um processo de ensino personalizado, focado nas principais deficiências de formação de cada aluno e indo de encontro às suas necessidades específicas (quer em termos de formação, quer em termos da área de investigação a seguir pelo doutorando).

O reduzido número de alunos permite também o contato com projetos de investigação em curso, que podem ser usados para a realização de trabalhos de cariz experimental ou mais teóricos. Este contato direto com projetos em curso permite obter uma perspetiva atual do estado-da-arte.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

Given the small number of expected students at this curricular unit, it is possible to get a personalized teaching process focusing in the major deficiencies of training of each student and meeting his specific needs (both in terms of training and in knowledge of the area of research of the PhD student ).

The small number of students also enables contact with ongoing research projects, which can be used to perform assignments that can be of experimental or theoretical nature. This direct contact with ongoing projects enables the students to get a current perspective of the state of the art.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Phillip E. Allen and Douglas R. Holberg , CMOS Analog Circuit Design, The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering, 2012.
2. Stephen D. Senturia, Microsystems Design, Springer International Edition, 2010.
3. R. Jacob Baker , CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley-IEEE Press, 2010.
4. Artigos seleccionados/selected papers.

## Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos I / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems I

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems I.

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

João Luis Marques Pereira Monteiro (OT: 10 h)

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

José Araújo Mendes (S: 3 h)

Jorge Miguel Nunes Santos Cabral (S: 2 h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

José Araújo Mendes (S: 3 h)

Jorge Miguel Nunes Santos Cabral (S: 2 h)

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

O fosso *design*-implementação requer várias diferentes abordagens e metodologias formais a fim de garantir um *design* eficiente e documentação do sistema, especialmente para gerar o particionamento hardware / software.

Por outro lado, os desafios atuais enfrentados pelos sistemas embebidos determinam diferentes camadas de execução e de projeto. Estes são divididos em sistemas operativos, máquinas virtuais, hipervisores e tradução binária no nível de execução, bem como compilação *power aware*, metodologias de migração *software* para hardware e tolerantes a falhas a nível de design.

Outros objetivos são:

1. Estudar o estado da arte;
2. Promover a capacidade de argumentação durante um debate científico;
3. Aprofundar a capacidade de coordenação de estudos científicos;
4. Melhorar a capacidade de pesquisa e análise de trabalhos científicos;
5. Promover experimentação prática e implementação dos conceitos.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

The design-to-implementation gap, requires several different formal methodologies and methods in order to ensure an efficient design and system documentation, especially to manage the hardware/software partitioning.

Also, current challenges faced by embedded system, dictates several different runtime and design layers. These are split in operating systems, virtual machines, hypervisors and binary translation at the runtime level and power aware compilation, hardware-to-software migration and fault tolerant methodologies at the design level.

Other objectives are:

1. To study the state of the art;
2. Promote arguing skills over a scientific debate;
3. Improve coordination skills of scientific studies;
4. Improve the ability to research and analyse scientific papers;
5. Promote experimentation and practical implementation of the concepts.



**6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Design Space Exploration: otimizações e trade-offs
2. Abordagens de modelação
3. Exploração do espaço de solução
4. Níveis de abstracção acima do RTL
5. Modelação: paradigma de projeto para sistemas de tempo real distribuídos
6. Modelação: sistemas de tempo real baseados em componentes

**6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Design Space Exploration: Optimizations and tradeoff
2. Modeling Approaches
3. Solution space exploration
4. Abstraction levels Above RTL
5. Modeling: project paradigm for real-time distributed systems
6. Modeling: component-based real-time systems

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Os conteúdos programáticos fornecem as metodologias e formalismos para o aluno lidar com a modelação bem como com os ambientes de execução e sistemas de compilação para sistemas embebidos.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The syllabus provides the methodologies and formalisms for the student to deal with modeling as well as runtime environments and compilation systems for embedded systems.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Esta unidade curricular promove a seguinte metodologia:

- Sessões teóricas: onde são apresentados os conceitos teóricos, e apresentados artigos de referência.
- Sessões de discussão: relativas ao estudo dos artigos seleccionados.
- Sessões práticas: promovendo a experimentação e implementação da modelação de sistemas embebidos distribuídos bem como de ambientes de execução e sistemas de compilação.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

This course promotes the following methodology:

- Theoretical sessions: where theoretical concepts and reference papers are presented.
- Discussion sessions: on the study of selected papers.
- Practical sessions: promoting experimentation and implementation of modeling of distributed embedded systems, as well as runtime environments and compilation systems..

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

A metodologia de ensino promove por um lado o conhecimento científico, não só através de conceitos teóricos mas também da experimentação. Por outro é estimulado o espírito crítico baseado em metodologias e rigor científico.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

The teaching methodology promotes on one hand scientific knowledge, not only through theoretical concepts but also by experimentation. On the other hand stimulates critical thinking based on scientific rigor and methodology.

**6.2.1.9. Bibliografía principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Torsten Kempf, Gerd Ascheid, Rainer Leupers, "Multiprocessor Systems on Chip- Design Space Exploration", Springer, 2011. ISBN: 978-1-4419-8153-0
2. A . Jantsch , "Modeling Embedded Systems and SoC's - Concurrency and Time in Models of Computation", Morgan Kaufmann, 2003, ISBN: 9781558609259
3. Hermann Kopetz, "Real-Time Systems - Design Principles for Distributed Embedded Applications", 2nd Ed., Springer, 2011, ISBN:978-1-4419-8237-7
4. Giorgio C. Buttazzo, "Hard Real-Time Computing Systems - Predictable Scheduling Algorithms and Applications", 3rd ed. Springer, 2011, ISBN: 978-1-4614-0676-1
5. Artigos seleccionados/selected papers

## Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos II / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems II

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Formação Avançada em Informática Industrial e Sistemas Embebidos / Advanced Education in Industrial Informatics and Embedded Systems II.

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

João Luis Marques Pereira Monteiro (OT: 10 h)

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

Jorge Miguel Nunes Santos Cabral (S: 2 h)

Paulo Francisco Silva Cardoso (S: 3 h)

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

Jorge Miguel Nunes Santos Cabral (S: 2 h)

Paulo Francisco Silva Cardoso (S: 3 h)

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

O fosso *design*-implementação requer várias diferentes abordagens e metodologias formais a fim de garantir um *design* eficiente e documentação do sistema, especialmente para gerar o particionamento hardware / software.

Por outro lado, os desafios atuais enfrentados pelos sistemas embebidos determinam diferentes camadas de execução e de projeto. Estes são divididos em sistemas operativos, máquinas virtuais, hipervisores e tradução binária no nível de execução, bem como compilação *power aware*, metodologias de migração *software* para hardware e tolerantes a falhas a nível de design.

Outros objetivos são:

1. Estudar o estado da arte;
2. Promover a capacidade de argumentação durante um debate científico;
3. Aprofundar a capacidade de coordenação de estudos científicos;
4. Melhorar a capacidade de pesquisa e análise de trabalhos científicos;
5. Promover experimentação prática e implementação dos conceitos.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

The design-to-implementation gap, requires several different formal methodologies and methods in order to ensure an efficient design and system documentation, especially to manage the hardware/software partitioning.

Also, current challenges faced by embedded system, dictates several different runtime and design layers. These are split in operating systems, virtual machines, hypervisors and binary translation at the runtime level and power aware compilation, hardware-to-software migration and fault tolerant methodologies at the design level.

Other objectives are:

1. To study the state of the art;
2. Promote arguing skills over a scientific debate;
3. Improve coordination skills of scientific studies;
4. Improve the ability to research and analyse scientific papers;
5. Promote experimentation and practical implementation of the concepts.

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Sistemas operativos Tempo-Real Orientados a Objetos
2. Sistemas operativos híbridos
3. Sistemas de virtualização embebidos
4. Compiler-awareness
5. Abordagens a sistemas híbridos de tradução binária dinâmica
6. Técnicas de compilação dinâmicas
7. Comunicações em tempo real.

**6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Object Oriented-Real Time Operating Systems
2. Hybrid Operating Systems
3. Embedded Virtualization systems
4. Compiler-awareness
5. Hybrid Dynamic Binary Translation approaches
6. Dynamic compilation techniques
7. Real time communications

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

Os conteúdos programáticos fornecem as metodologias e formalismos para o aluno lidar com a modelação bem como com os ambientes de execução e sistemas de compilação para sistemas embebidos.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The syllabus provides the methodologies and formalisms for the student to deal with modeling as well as runtime environments and compilation systems for embedded systems.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Esta unidade curricular promove a seguinte metodologia:

- Sessões teóricas: onde são apresentados os conceitos teóricos, e apresentados artigos de referência.
- Sessões de discussão: relativas ao estudo dos artigos selecionados.
- Sessões práticas: promovendo a experimentação e implementação da modelação de sistemas embebidos distribuídos bem como de ambientes de execução e sistemas de compilação.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

This course promotes the following methodology:

- Theoretical sessions: where theoretical concepts and reference papers are presented.
- Discussion sessions: on the study of selected papers.
- Practical sessions: promoting experimentation and implementation of modeling of distributed embedded systems, as well as runtime environments and compilation systems..

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

A metodologia de ensino promove por um lado o conhecimento científico, não só através de conceitos teóricos mas também da experimentação. Por outro é estimulado o espírito crítico baseado em metodologias e rigor científico.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

The teaching methodology promotes on one hand scientific knowledge, not only through theoretical concepts but also by experimentation. On the other hand stimulates critical thinking based on scientific rigor and methodology.

**6.2.1.9. Bibliografía principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Torsten Kempf, Gerd Ascheid, Rainer Leupers, "Multiprocessor Systems on Chip- Design Space Exploration", Springer, 2011. ISBN: 978-1-4419-8153-0
2. A . Jantsch , "Modeling Embedded Systems and SoC's - Concurrency and Time in Models of Computation", Morgan Kaufmann, 2003, ISBN: 9781558609259
3. Hermann Kopetz, "Real-Time Systems - Design Principles for Distributed Embedded Applications", 2nd Ed., Springer, 2011, ISBN:978-1-4419-8237-7
4. Giorgio C. Buttazzo, "Hard Real-Time Computing Systems - Predictable Scheduling Algorithms and Applications", 3rd ed. Springer, 2011, ISBN: 978-1-4614-0676-1
5. Artigos seleccionados/selected papers

## Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação I / Advanced Education in Systems Information Technology I

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação / Advanced Education in Systems Information Technology I.

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

Maribel Yasmina Campos Alves Santos (OT: 10 h, S: 5 h)

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

--

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

--

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

Esta unidade visa dar formação avançada aos alunos em *Business Intelligence and Analytics*, permitindo:

1. Compreender os diferentes tipos de bases de dados e o seu papel nas organizações e nas tecnologias de suporte ao processo de tomada de decisão;
2. Aplicar a modelação multidimensional para conceber o modelo de dados de um *Data Warehouse*;
3. Conceber e implementar *Data Warehouses* e os mecanismos de extração, transformação e carregamento de dados;

Em termos de competências, o doutorando será dotado de um conhecimento aprofundado do papel dos sistemas de *business intelligence/analytics* no processo de tomada de decisão, podendo planear a concretização de um *Data Warehouse* e definir o modelo de dados, implementar o sistema e tirar partido do mesmo através a utilização de ferramentas analíticas apropriadas.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

This unit gives an overview of the current state of the art and research challenges in the area of Business Intelligence and Analytics, making students able to:

1. Understand the several types of databases and their role in organizations and in the technologies that support the decision making process;
2. Apply multidimensional modelling to define a data warehouse data model;
3. Design and implement Data Warehouses and the data extraction, transformation and loading mechanisms;

In terms of skills, the doctoral student will be provided with a thorough understanding of the role of Business Intelligence/Analytical systems in the decision-making process, being capable to plan the execution of a Data Warehouse and define its data model, as well as to implement and take competitive advantage of it using the appropriate analytical tools

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

- I. Sistemas de Business Intelligence (BI) e Business Analytics (BA)
  1. Características e âmbito
  2. Arquiteturas e Infraestruturas Tecnológicas de Suporte
  3. BI e BA no contexto Big Data

#### 4. Bases de Dados (SQL e NoSQL) no suporte a BI/BA

#### II. Planeamento e Gestão de um Projecto de BI/BA

1. O “Business Dimensional Lifecycle” de Kimball
2. Planeamento e Gestão
3. Identificação dos Requisitos
4. Desenvolvimento, Manutenção e Crescimento

#### III. Sistemas de Data Warehousing

1. Características
2. Arquiteturas
3. Modelação Multidimensional de Dados
4. Processo de Desenho em Quatro Etapas
5. Tipos de Factos
6. Tipos de Chaves
7. Casos particulares de tabelas de factos e de dimensão
8. O Processo de Extração, Transformação e Carregamento

#### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

##### I. Business Intelligence (BI) and Business Analytics (BA) Systems

5. Characteristics and Scope
6. Architectures and Technological Infrastructures
7. BI and BA in the era of Big Data
8. SQL and NoSQL Databases supporting BI/BA

##### II. Planning and Management of a BI/BA project

1. The Kimball’s “Business Dimensional Lifecycle”
2. Planning and Management
3. Requirements Identification
4. Deployment, Maintenance and Growth

##### III. Data Warehousing Systems

1. Characteristics
2. Architectures
3. Multidimensional Modelling
4. Four-Step Dimensional Design Process
5. Types of facts
6. Types of keys
7. Particular cases for dimensions and facts tables
8. The Extraction, Transformation and Loading Process

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

A unidade introduz os conceitos fundamentais associados sistemas de *Business Intelligence* e *Business Analytics*, e às tecnologias associadas como *Data Warehousing*, processamento analítico de dados e *Data Mining*. A unidade irá:

- Evidenciar a existência de diferentes tipos de bases de dados, com características e domínios de aplicação distintos, e as implicações, para a organização, da adopção de um determinado sistema ou tipo de base de dados;
- Ajudar a compreender as diversas técnicas de análise de dados e sua função dentro de uma organização, e a identificar a adequabilidade de cada técnica atendendo ao contexto analítico e aos dados;
- Desenvolver a capacidade de conceber modelos de dados adequados às realidades que se pretendem representar e às características dos sistemas de dados usados na sua implementação;
- Contribuir para a adopção de novas tecnologias de armazenamento e análise de dados pelas organizações, através da apresentação do objectivo e da utilidade destas tecnologias.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

This curricular unit will introduce the fundamental concepts associated with the Business Intelligence and Business Analytics systems, and the supporting technologies as Data Warehousing, On-Line Analytical Processing and Data Mining. To accomplish this goal, this unit will:

- Show the existence of different types of database systems, with different characteristics and application domains, and the implications to an organization of the adoption of a specific system or database type;
- Help to understand the several analytical techniques for data analysis and their goal inside an organization and to identify the suitability of each technique in a specific context and used data;
- Develop the capacity to design data models that fit an organizational reality and need, taking into consideration the data systems used in the implementation;
- Contribute to the adoption of new technologies for data storage and analysis through the presentation of the objectives and utility of each technology.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

Nas diversas atividades letivas o método de ensino/aprendizagem predominante será o ativo, estando planeadas atividades que envolvem a participação dos estudantes, quer na realização de tarefas, quer na sistematização de resultados e dificuldades.

Nas aulas de orientação tutoria, os estudantes serão acompanhados na implementação de um projeto de *Business Intelligence*, que os conduzirá pela identificação dos dados relevantes, concepção do modelo de dados e concretização do data warehouse e dos mecanismos analíticos.

O método de avaliação inclui duas componentes: um relatório de revisão do estado da arte e a implementação de um projeto de BI, com um peso de 30% e 70%, respectivamente.

A nota mínima permitida a cada um destes componentes, para conseguir aprovação à disciplina, é de 10 valores.

O relatório de revisão do estado da arte permitirá ao estudante enquadrar conceptualmente os conceitos abordados e o projeto o desenvolvimento de competências ao nível da concretização destes sistemas.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

This curricular unit includes the use of the active method to enhance the teaching-learning process. Several activities are planned, including the students' participation in specific tasks and in providing feedback about results and difficulties. In the tutorial lessons, the students are guided in the implementation of a Business Intelligence project, going through the identification of the relevant data, data model design and concretization of the data warehouse and analytical tools.

The evaluation includes two components: a state-of-the-art report and the implementation of a BI project, weighting 30% and 70% respectively. It is mandatory a minimum mark of 10 values in each component to be approved in the curricular unit.

The state-of-the-art report will allow students to frame the introduced theoretical concepts, while the project will deploy the fundamental skills in the implementation of such systems.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).

Em cada semana, e associado às diversas temáticas que vão sendo abordadas nas sessões expositivas, os estudantes irão estar envolvidos na resolução de exercícios, na resposta a questões que são colocadas nas aulas ou nos fóruns de discussão da disciplina, ou em outras atividades que se considerem relevantes. Pretende-se com este exercício de monitorização contínua:

- Fomentar o estudo e acompanhamento das diversas matérias à medida que as mesmas vão sendo introduzidas;
- Incentivar a procura de respostas para questões que não tenham ficado bem compreendidas ou que podem ser aprofundadas;
- Estimular o rigor e a objectividade na resposta às várias questões que vão sendo formuladas;
- Envolver os estudantes no processo de avaliação, através da apreciação das respostas dadas pelos colegas.

Além do envolvimento permanente dos estudantes neste processo de interação contínua ao longo do semestre, a unidade curricular prevê o envolvimento dos estudantes na realização de um projeto de BI para o qual são dedicadas horas de trabalho autónomo por parte dos estudantes. O trabalho é avaliado em etapas que estão predefinidas e para as quais é fixada, no início do semestre, a data de entrega. O projeto é acompanhado semanalmente com o objectivo de identificar o andamento de cada trabalho e de esclarecer as dúvidas que vão surgindo no desenrolar do mesmo.

A realização do projeto implica a satisfação de um conjunto de etapas, que são:

1ª Etapa: Compreensão do negócio e dos dados;



- 2ª Etapa: Identificação de problemas nos dados, definição de estratégias para a sua correção e identificação das transformações a realizar nos dados;
- 3ª Etapa: Proposta de um modelo multidimensional para armazenar os dados;
- 4ª Etapa: Implementação do DW; definição do processo de ETL e carregamento dos dados para a base de dados multidimensional criada;
- 5ª Etapa: Análise dos dados recorrendo a cubos OLAP;
- 6ª Etapa: Análise dos dados recorrendo a algoritmos de *Data Mining*;
- 7ª Etapa: Síntese de resultados e principais conclusões obtidas.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

In each week, associated to the several concepts that are presented in the expositive lessons; the students need to solve several exercises, to answer to the posted questions and to get enrolled in any other activity planned for the unit. This continuous monitoring of the students intends to:

- Foment the study of the several concepts;
- Motivate the looking for answers to misunderstood questions or concepts;
- Stimulate rigour and objectivity in the presented results and answers;
- Enrol the students in the evaluation process through a peer-review process.

Besides this continuous interaction in the teaching-learning process, the curricular unit requires the implementation of a BI project. For that, autonomous working hours are required. The undertaken work is evaluated in pre-defined deadlines allowing the understanding of that went well or wrong before the end of the semester is reached. The project is verified each week in order to check its evolution and the main experienced difficulties.

The practical project included several tasks, namely:

- Step 1: Business and data understanding;
- Step 2: Identification of problems in data and definition of strategies for their correction. Identification of transformations to be performed in data.
- Step 3: Proposal of a Multidimensional model;
- Step 4: DW implementation; definition of the ETL process and loading of the available data to the DW;
- Step 5: Data analysis with OLAP;
- Step 6: Data analysis with Data Mining;
- Step 7: Summary and main conclusions.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Ralph Kimball, et al., *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit, 2nd Edition: Practical Techniques for Building Data Warehouse and Business Intelligence Systems*, John Wiley & Sons, 2008
2. Maribel Yasmina Santos e Isabel Ramos. *Business Intelligence - Tecnologias da Informação na Gestão de Conhecimento*, FCA - Editora de Informática, Lda., 2ª Edição – Actualizada e Aumentada, 2009
3. Han, J. e Kamber, M. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann.
4. Krishnan, Krish. *Data Warehousing in the Age of Big Data*. Elsevier, 2013.
5. Zikopoulos, Paul, Chris Eaton, Dirk deRoos, Thomas Deutsch, and George Lapis. *Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data*. McGraw-Hill, 2012.
6. E. Turban, R. Sharda, J. Aronson and D. King, *Business Intelligence – A Managerial Approach*, Pearson Prentice-Hall, New Jersey, USA, 2010.
7. E. Turban, R. Sharda and D. Delen. *Decision Support and Business Intelligence Systems*, Prentice Hall, 2011.

## Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação II / Advanced Education in Systems Information Technology II

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

Formação Avançada em Tecnologia dos Sistemas de Informação / Advanced Education in Systems Information Technology II.

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

Maribel Yasmina Campos Alves Santos (OT: 10 h, S: 5 h)

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

--

### 6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:

--

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

Esta unidade visa dar formação avançada aos alunos em *Business Intelligence and Analytics*, permitindo:

1. Aplicar processamento analítico de dados num dado contexto organizacional;
2. Utilizar algoritmos de *Data Mining* para identificar modelos descritivos ou preditivos.

Em termos de competências, o doutorando será dotado de um conhecimento aprofundado do papel dos sistemas de *business intelligence/analytics* no processo de tomada de decisão, podendo planear a concretização de um *Data Warehouse* e definir o modelo de dados, implementar o sistema e tirar partido do mesmo através a utilização de ferramentas analíticas apropriadas.

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):

This unit gives an overview of the current state of the art and research challenges in the area of Business Intelligence and Analytics, making students able to:

1. Apply on-line analytical processing to a particular organizational context;
2. Apply Data Mining algorithms to identify descriptive or predictive models.

In terms of skills, the doctoral student will be provided with a thorough understanding of the role of Business Intelligence/Analytical systems in the decision-making process, being capable to plan the execution of a Data Warehouse and define its data model, as well as to implement and take competitive advantage of it using the appropriate analytical tools

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):

#### I. Sistemas de Processamento Analítico de Dados

1. Conceitos e Características
2. Manipulação dos cubos OLAP
3. Tipos de Sistemas OLAP

#### II. Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados

1. O Processo
2. As Tarefas e as Técnicas de Data Mining.

#### 6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):

##### I. On-Line Analytical Processing Systems

1. Concepts and Characteristics
2. Operations for OLAP Cubes
3. Types of OLAP Systems

##### II. Knowledge Discovery in Databases

1. The Process
2. Data Mining Tasks and Techniques

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).

A unidade introduz os conceitos fundamentais associados sistemas de *Business Intelligence* e *Business Analytics*, e às tecnologias associadas como *Data Warehousing*, processamento analítico de dados e *Data Mining*. A unidade irá:

- Evidenciar a existência de diferentes tipos de bases de dados, com características e domínios de aplicação distintos, e as implicações, para a organização, da adopção de um determinado sistema ou tipo de base de dados;
- Ajudar a compreender as diversas técnicas de análise de dados e sua função dentro de uma organização, e a identificar a adequabilidade de cada técnica atendendo ao contexto analítico e aos dados;
- Desenvolver a capacidade de conceber modelos de dados adequados às realidades que se pretendem representar e às características dos sistemas de dados usados na sua implementação;
- Contribuir para a adopção de novas tecnologias de armazenamento e análise de dados pelas organizações, através da apresentação do objectivo e da utilidade destas tecnologias.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).

This curricular unit will introduce the fundamental concepts associated with the Business Intelligence and Business Analytics systems, and the supporting technologies as Data Warehousing, On-Line Analytical Processing and Data Mining. To accomplish this goal, this unit will:

- Show the existence of different types of database systems, with different characteristics and application domains, and the implications to an organization of the adoption of a specific system or database type;
- Help to understand the several analytical techniques for data analysis and their goal inside an organization and to identify the suitability of each technique in a specific context and used data;
- Develop the capacity to design data models that fit an organizational reality and need, taking into consideration the data systems used in the implementation;
- Contribute to the adoption of new technologies for data storage and analysis through the presentation of the objectives and utility of each technology.

#### 6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):

Nas diversas atividades letivas o método de ensino/aprendizagem predominante será o ativo, estando planeadas atividades que envolvem a participação dos estudantes, quer na realização de tarefas, quer na sistematização de resultados e dificuldades.

Nas aulas de orientação tutoria, os estudantes serão acompanhados na implementação de um projeto de *Business Intelligence*, que os conduzirá pela identificação dos dados relevantes, concepção do modelo de dados e concretização do data warehouse e dos mecanismos analíticos.

O método de avaliação inclui duas componentes: um relatório de revisão do estado da arte e a implementação de um projeto de BI, com um peso de 30% e 70%, respectivamente.

A nota mínima permitida a cada um destes componentes, para conseguir aprovação à disciplina, é de 10 valores.

O relatório de revisão do estado da arte permitirá ao estudante enquadrar conceptualmente os conceitos abordados e o projeto o desenvolvimento de competências ao nível da concretização destes sistemas.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):

This curricular unit includes the use of the active method to enhance the teaching-learning process. Several activities are planned, including the students' participation in specific tasks and in providing feedback about results and difficulties. In the tutorial lessons, the students are guided in the implementation of a Business Intelligence project, going through the identification of the relevant data, data model design and concretization of the data warehouse and analytical tools.

The evaluation includes two components: a state-of-the-art report and the implementation of a BI project, weighting 30% and 70% respectively. It is mandatory a minimum mark of 10 values in each component to be approved in the curricular unit.

The state-of-the-art report will allow students to frame the introduced theoretical concepts, while the project will deploy the fundamental skills in the implementation of such systems.

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Em cada semana, e associado às diversas temáticas que vão sendo abordadas nas sessões expositivas, os estudantes irão estar envolvidos na resolução de exercícios, na resposta a questões que são colocadas nas aulas ou nos fóruns de discussão da disciplina, ou em outras atividades que se considerem relevantes. Pretende-se com este exercício de monitorização contínua:

- Fomentar o estudo e acompanhamento das diversas matérias à medida que as mesmas vão sendo introduzidas;
- Incentivar a procura de respostas para questões que não tenham ficado bem compreendidas ou que podem ser aprofundadas;
- Estimular o rigor e a objectividade na resposta às várias questões que vão sendo formuladas;
- Envolver os estudantes no processo de avaliação, através da apreciação das respostas dadas pelos colegas.

Além do envolvimento permanente dos estudantes neste processo de interação contínua ao longo do semestre, a unidade curricular prevê o envolvimento dos estudantes na realização de um projeto de BI para o qual são dedicadas horas de trabalho autónomo por parte dos estudantes. O trabalho é avaliado em etapas que estão predefinidas e para as quais é fixada, no início do semestre, a data de entrega. O projeto é acompanhado semanalmente com o objectivo de identificar o andamento de cada trabalho e de esclarecer as dúvidas que vão surgindo no desenrolar do mesmo.

A realização do projeto implica a satisfação de um conjunto de etapas, que são:

- 1ª Etapa: Compreensão do negócio e dos dados;
- 2ª Etapa: Identificação de problemas nos dados, definição de estratégias para a sua correção e identificação das transformações a realizar nos dados;
- 3ª Etapa: Proposta de um modelo multidimensional para armazenar os dados;
- 4ª Etapa: Implementação do DW; definição do processo de ETL e carregamento dos dados para a base de dados multidimensional criada;
- 5ª Etapa: Análise dos dados recorrendo a cubos OLAP;
- 6ª Etapa: Análise dos dados recorrendo a algoritmos de *Data Mining*;
- 7ª Etapa: Síntese de resultados e principais conclusões obtidas.

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

In each week, associated to the several concepts that are presented in the expositive lessons; the students need to solve several exercises, to answer to the posted questions and to get enrolled in any other activity planned for the unit. This continuous monitoring of the students intends to:

- Foment the study of the several concepts;
- Motivate the looking for answers to misunderstood questions or concepts;
- Stimulate rigour and objectivity in the presented results and answers;
- Enrol the students in the evaluation process through a peer-review process.

Besides this continuous interaction in the teaching-learning process, the curricular unit requires the implementation of a BI project. For that, autonomous working hours are required. The undertaken work is evaluated in pre-defined deadlines allowing the understanding of that went well or wrong before the end of the semester is reached. The project is verified each week in order to check its evolution and the main experienced difficulties.

The practical project included several tasks, namely:

- Step 1: Business and data understanding;
- Step 2: Identification of problems in data and definition of strategies for their correction. Identification of transformations to be performed in data.
- Step 3: Proposal of a Multidimensional model;
- Step 4: DW implementation; definition of the ETL process and loading of the available data to the DW;
- Step 5: Data analysis with OLAP;

Step 6: Data analysis with Data Mining;  
Step 7: Summary and main conclusions.

**6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

1. Ralph Kimball, et al., The Data Warehouse Lifecycle Toolkit, 2nd Edition: Practical Techniques for Building Data Warehouse and Business Intelligence Systems, John Wiley & Sons, 2008
2. Maribel Yasmina Santos e Isabel Ramos. Business Intelligence - Tecnologias da Informação na Gestão de Conhecimento, FCA - Editora de Informática, Lda., 2a Edição – Actualizada e Aumentada, 2009
3. Han, J. e Kamber, M. (2006). Data Mining Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann.
4. Krishnan, Krish. Data Warehousing in the Age of Big Data. Elsevier, 2013.
5. Zikopoulos, Paul, Chris Eaton, Dirk deRoos, Thomas Deutsch, and George Lapis. Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data. McGraw-Hill, 2012.
6. E. Turban, R. Sharda, J. Aronson and D. King, Business Intelligence – A Managerial Approach, Pearson Prentice-Hall, New Jersey, USA, 2010.
7. E. Turban, R. Sharda and D. Delen. Decision Support and Business Intelligence Systems, Prentice Hall, 2011.

## **Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador I / Advanced Education in Telecommunications and Computer Networks I**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador I / Advanced Education in Telecommunications and Computer Networks I

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

Alexandre Júlio Teixeira Santos (S: 2 h e OT: 5 h)

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

Joaquim Melo Henriques Macedo (OT: 5 h)

António Luís Duarte Costa (S: 3 h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

Joaquim Melo Henriques Macedo (OT: 5h)

António Luís Duarte Costa (S: 2 h)

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

Esta unidade visa dar formação avançada aos alunos na área de Comunicações por Computador, nomeadamente:

1. Compreender os princípios e funcionalidades da convergência IP;
2. Identificar e discutir as diferenças e conceitos subjacentes aos protocolos IPv4 e IPv6;
3. Compreender os princípios e funcionalidades inerentes à Mobilidade e Qualidade de Serviço (QoS);
4. Reconhecer a motivação para a integração de serviços com requisitos de QoS.

Em termos de competências, o doutorando será dotado um conhecimento aprofundado dos fundamentos teóricos sobre o desenvolvimento de infraestruturas e aplicações em rede, ficando apto a compreender os conceitos teóricos e o desenvolvimento prático de aplicações distribuídas em diversas arquiteturas de rede. Serão analisados aspetos relacionados com infraestruturas, mobilidade e segurança.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

This unit intends to give an updated overview of the current state of the art and research challenges in the area of networks and telecommunications, namely:

1. Understand the principles and functionality of IP convergence;
2. Explain and exemplify current mobility and QoS architectures and mechanisms;
3. Identify and discuss the differences and concepts underlying protocols IPv4 and IPv6;
4. Understand the principles and features inherent to mobility and Quality of Service in IP networks.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Tecnologias e Protocolos de Rede de Nova Geração;
2. Gestão e Segurança em Redes de Nova Geração;
3. Mobilidade em Redes de convergência IP(v6);
4. Integração de Serviços e Qualidade de Serviço
5. Monitorização de QoS e QoE
6. Transporte e Sinalização em Redes Multi-serviço.

**6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Technologies and Protocols for Next Generation Networks;
2. Management and Security issues in Next Generation Networks;
3. Mobility in IP converged Networks;
4. Service Integration and Quality of Service
5. Monitoring QoS and QoE
6. Transport and Signalling in Multi-service Networks.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

O conjunto não exaustivo de tópicos são apresentados atendendo às características duma unidade curricular que pretende essencialmente apresentar uma visão abrangente do estado da arte neste tópico específico.

Assim, os tópicos estudados vão sendo atualizados periodicamente de forma a refletir as evoluções do estado da arte. Os temas apresentados incluem sempre uma discussão dos aspetos conceptuais, das tecnologias associadas, bem como os desafios de investigação em aberto.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The non-exhaustive set of topics are presented taking into account the characteristics of a course that essentially seeks to present a comprehensive view of the state of the art in this specific topic.

The topics studied will be updated periodically, in order to reflect the evolution of the state of the art. The topic themes presented always include a discussion of the conceptual aspects, related technologies and also open research challenges.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Para além de algumas aulas formais, estão planeadas apresentações tutoriais de tópicos avançados e trabalhos realizados pelos alunos.

A avaliação tem como base a análise de trabalhos escritos sobre alguns temas de investigação propostos, a apresentação de um seminário temático pelos alunos, e pela discussão dos principais desafios de investigação e possíveis abordagens metodológicas.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Apart from a few formal lessons and tutorials, some presentations on advanced topics are planned apart from works developed by the students.

The evaluation is based on analysis of written essays on some topics of research, on the presentation of a thematic seminar by the students, and on discussions of the main research challenges and possible methodological approaches.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Esta unidade permite um contacto direto com projetos de investigação na área, o que implica a leitura e análise de vários trabalhos científicos bem como a aquisição de uma visão atualizada do estado da arte na área. Complementarmente, os alunos serão também participantes ativos em seminários de investigação relacionados com a área.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

This unit allows direct contact with research projects in the area, which involves reading and analyzing several scientific papers as well as the acquisition of an updated view of the state of the art in the area. Additionally, students will also be active participants in research seminars related to the field.

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

A bibliografia base é fornecida pelos docentes, com carácter orientador, complementada pela que resultar da pesquisa bibliográfica realizada pelo aluno. Adicionalmente, depende do tópico de investigação selecionado.

The basic bibliography is provided by the academic staff, as a guiding basis, complemented by the the literature search performed by the student. Additionally, it depends greatly on the research topic selected.

1. J. Kurose et al, Computer Networking . A Top Down Approach Featuring the Internet, Addison-Wesley, 2014.
2. Web Services: Concepts, Architectures and Applications. Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju. Springer, ISBN: 3-540-44008-9
3. "Mobile Communications", Jochen Schiller, Addison-Wesley, 2013



## **Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador II / Advanced Education in Telecommunications and Computer Networks II**

### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

Formação Avançada em Telecomunicações e Comunicações por Computador II / Advanced Education in Telecommunications and Computer Networks II

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

Alexandre Júlio Teixeira Santos (S: 2 h e OT: 5h)

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

Joaquim Melo Henriques Macedo (S: 3 h)

Bruno Alexandre Fernandes Dias (OT: 5 h)

### **6.2.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**

Joaquim Melo Henriques Macedo (S: 5 h e OT: 5h)

António Luís Duarte Costa (S: 5 h)

Bruno Alexandre Fernandes Dias (OT: 5 h)

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

Esta unidade visa dar formação avançada aos alunos na área de Comunicações por Computador, nomeadamente:

1. Compreender as questões teóricas e práticas sobre as aplicações ubíquas com restrições múltiplas;
2. Compreender os princípios técnicos e algoritmos usados para representação, compressão, recuperação e processamento de conteúdos multimedia
3. Entender o desenvolvimento de Aplicações e Serviços em Rede Ad-Hoc e Veiculares
4. Identificar e avaliar possíveis oportunidades de investigação e respetivas metodologias.

Em termos de competências, o doutorando será dotado um conhecimento aprofundado dos fundamentos teóricos sobre o desenvolvimento de sistemas distribuídos e sobre o desenvolvimento de aplicações em diversas arquiteturas de rede. Serão analisados aspetos relacionados com infraestruras e virtualização, mobilidade e segurança.

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit (máx. 1000 caract.):**

This unit intends to give an updated overview of the current state of the art and research challenges in the area of networks and telecommunications, namely:

1. Understand theoretical and practical issues on multiconstrained ubiquitous applications;
2. Understand the principles, techniques and algorithms used for representation, compression, retrieval and processing of multimedia content;
3. To develop applications and services for Ad-Hoc and Vehicular networks
4. Identify and assess possible research opportunities and difficulties.

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos (máx. 1000 caract.):**

1. Caracterização e modelação de tráfego
2. Encaminhamento e expedição avançados
3. Redes Ad-Hoc e Redes Veiculares;
4. Serviços e Aplicações em Redes de Nova Geração.

**6.2.1.5. Syllabus (máx. 1000 caract.):**

1. Traffic Characterization and Modeling;
2. Advanced Forward and Routing;
3. Ad-Hoc and Vehicular Networks;
4. Services and Applications in Next Generation Networks.

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular (máx. 1000 caract.).**

O conjunto não exaustivo de tópicos são apresentados atendendo às características duma unidade curricular que pretende essencialmente apresentar uma visão abrangente do estado da arte neste tópico específico.

Assim, os tópicos estudados vão sendo atualizados periodicamente de forma a refletir as evoluções do estado da arte. Os temas apresentados incluem sempre uma discussão dos aspetos conceptuais, das tecnologias associadas, bem como os desafios de investigação em aberto.

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (máx. 1000 caract.).**

The non-exhaustive set of topics are presented taking into account the characteristics of a course that essentially seeks to present a comprehensive view of the state of the art in this specific topic.

The topics studied will be updated periodically, in order to reflect the evolution of the state of the art. The topic themes presented always include a discussion of the conceptual aspects, related technologies and also open research challenges.

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída, máx. 1000 caract.):**

Para além de algumas aulas formais, estão planeadas apresentações tutoriais de tópicos avançados e trabalhos realizados pelos alunos.

A avaliação tem como base a análise de trabalhos escritos sobre alguns temas de investigação propostos, a apresentação de um seminário temático pelos alunos, e pela discussão dos principais desafios de investigação e possíveis abordagens metodológicas.

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation, máx. 1000 caract.):**

Apart from a few formal lessons and tutorials, some presentations on advanced topics are planned apart from works developed by the students.

The evaluation is based on analysis of written essays on some topics of research, on the presentation of a thematic seminar by the students, and on discussions of the main research challenges and possible methodological approaches.

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (máx. 3000 caract.).**

Esta unidade permite um contacto direto com projetos de investigação na área, o que implica a leitura e análise de vários trabalhos científicos bem como a aquisição de uma visão atualizada do estado da arte na área. Complementarmente, os alunos serão também participantes ativos em seminários de investigação relacionados com a área.

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (máx. 3000 caract.).**

This unit allows direct contact with research projects in the area, which involves reading and analyzing several scientific papers as well as the acquisition of an updated view of the state of the art in the area. Additionally, students will also be active participants in research seminars related to the field.

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal / Main bibliography (máx. 1000 caract.):**

A bibliografia base é fornecida pelos docentes, com carácter orientador, complementada pela que resultar da pesquisa bibliográfica realizada pelo aluno. Adicionalmente, depende do tópico de investigação selecionado.

The basic bibliography is provided by the academic staff, as a guiding basis, complemented by the the literature search performed by the student. Additionally, it depends greatly on the research topic selected.

1. J. Kurose et al, Computer Networking . A Top Down Approach Featuring the Internet, Addison-Wesley, 2014.
2. Web Services: Concepts, Architectures and Applications. Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju. Springer, ISBN: 3-540-44008-9
3. "Mobile Communications", Jochen Schiller, Addison-Wesley, 2013