

## Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**  
Sistemas de Transmissão de Banda Larga / Broadband Transmission Systems
- 1.2. Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**  
AT - Engenharia de telecomunicações
- 1.3. Duração<sup>1</sup> (100 carateres).**  
Semestral
- 1.4. Horas de trabalho<sup>2</sup> (100 carateres).**  
162h
- 1.5. Horas de contacto<sup>3</sup> (100 carateres).**  
T – 35h  
TP – 22,5 h  
PL – 10 h
- 1.6. ECTS (100 carateres).**  
6
- 1.7. Observações<sup>4</sup> (1.000 carateres).**
- 1.7. Remarks (1.000 carateres).**

### 2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).

António João Nunes Serrador, 67,5 horas de contacto

### 3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

Não se aplica

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

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

1. Definir e identificar uma rede de banda larga sem fios.
2. Classificar e descrever os aspectos fundamentais associados a cada um dos sistemas.
3. Aplicar os conhecimentos, propondo soluções para um dado problema.
4. Instalar uma rede de banda larga, e analisar e testar o seu desempenho.
5. Projectar uma rede ponto a ponto e ponto-multiponto de banda larga.
6. Formular relatórios onde se descrevem os blocos implementados, se justificam as opções tomadas e se discutem os resultados obtidos. Defender oralmente as decisões tomadas.

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

Students who successfully complete this course will:

1. Define and identify a wireless broadband network.
2. Classify and describe key aspects associated with each system.
3. Apply knowledge and propose solutions to a given problem.
4. Install a broadband network, and analyse and test its performance.
5. Designing a network point to point and point-multipoint broadband.
6. Formulate reports describing taken decisions and related implementation, justify taken solutions. Defend and argue about these options.

**5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).**

1. LTE R8 – *Long Term Evolution*
  - 1.1. Introdução
  - 1.2. Interface Rádio LTE
  - 1.3. Conceitos básicos de gestão de recursos em OFDMA
  - 1.4. Arquitetura de Rede LTE
  - 1.5. Procedimentos de Gestão
  - 1.6. Qualidade de Serviço
  - 1.7. Planeamento Híbrido
2. LTE R10 Advanced
  - 2.1. Introdução
  - 2.2. Desempenho relativo
  - 2.3. Aspectos básicos do LTE R10
  - 2.4. Repetidores
  - 2.5. Sistemas Cooperativos
3. Gestão comum de recursos rádio
  - 3.1. Introdução
  - 3.2. Métricas
  - 3.3. Algoritmos de gestão de recursos rádio
  - 3.4. Qualidade de Serviço em redes heterógeneas
4. Redes 5G
  - 4.1. Serviços e espectro
  - 4.2. Interface Rádio 5G (R15)
  - 4.3. Arquitetura
  - 4.4. Comunicações Veiculares (R16)
  - 4.5. 5G IoT (R16+)
5. *Body area Networks*
  - 5.1. Introdução ao UWB
  - 5.2. Técnicas envolvidas
  - 5.3. IEEE 802.15.6
  - 5.4. Aplicações
6. Fixed Wireless Access
  - 6.1. Introdução
  - 6.2. Aspectos de Propagação
  - 6.3. Otimização do Canal Rádio
  - 6.4. Protocolos Associados
  - 6.5. Projeto
7. Comunicações Veiculares
  - 7.1. Introdução
  - 7.2. Normas IEEE 802.11p

**5. Syllabus (1.000 characters).**

1. LTE R8 – Long Term Evolution
  - 1.1. Introduction
  - 1.2. LTE Radio Interface
  - 1.3. Fundamental Concepts on Radio Resource Management in OFDMA
  - 1.4. LTE Architecture
  - 1.5. Management Procedures
  - 1.6. Quality of Service
  - 1.7. Hybrid Planning
2. LTE R10 Advanced
  - 2.1. Introduction
  - 2.2. Relative Performance
  - 2.3. LTE R10 Basic Aspects
  - 2.4. Relays
  - 2.5. Cooperative Systems

3. Joint Radio Resource Management
  - 3.1. Introduction
  - 3.2. Metrics
  - 3.3. Algorithms
  - 3.4. QoS in Heterogeneous Networks
4. 5G Networks
  - 4.1. Services and spectrum
  - 4.2. Radio Interface 5G (R15)
  - 4.3. Architecture
  - 4.4. Vehicular Communications (R16)
  - 4.5. 5G IoT (R16+)
5. Body area Networks
  - 5.1. UWB Introduction
  - 5.2. Related Techniques
  - 5.3. IEEE 802.15.6
  - 5.4. Applications
6. Fixed Wireless Access
  - 6.1. Introduction
  - 6.2. Propagation Aspects
  - 6.3. Radio Channel Optimisation
  - 6.4. Associated Protocols
  - 6.5. Project
7. Vehicular Communications
  - 7.1. Introduction
  - 7.2. IEEE 802.11p

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

Fornecer aos alunos conhecimentos sobre sistemas modernos de transmissão sem fios de banda larga.

Conhecer os seus parâmetros fundamentais e utilizar os mesmos no dimensionamento dos sistemas de

Telecomunicações respetivos. Projetar uma rede de banda larga sem fios, ponto-a-ponto ou ponto-multiponto usando para tal os sistemas estudados como por exemplo LTE (R8 e R10), interface rádio 5G (R15), 802.11p, UWB e FWA.

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

Provide students with knowledge of modern broadband wireless transmission systems. Knowing their key

parameters and use them when designing broadband telecommunications systems. Build a point-to-point or

point-multipoint wireless broadband network, including LTE (R8 e R10), 5G radio interface (R15), 802.11p, UWB e FWA.

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

A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas e teórico-práticas, com forte ênfase no desenvolvimento de projetos por parte dos alunos. A turma é organizada em grupos de trabalho de 2 alunos, de tal forma que nas práticas são confrontados com problemas onde procuram a sua solução e implementação. As aulas teórico-práticas fornecem os conceitos teóricos e as ferramentas teóricas e práticas para a resolução dos problemas propostos associados a cada um dos sistemas constantes no programa da unidade curricular. Os alunos são convidados a avaliar os próprios colegas numa apresentação final seguida de uma avaliação oral com cada grupo individualmente.

A metodologia de ensino desenvolve-se em várias componentes:

T – 35,0 horas de contacto teóricas - Exposição e discussão dos conceitos teóricos, incentivando à interatividade e colocação de questões;

TP – 22,5 horas teórico-práticas: Por cada tema teórico são resolvidos exercícios exemplificativos e comparadas soluções;

PL – 10,0 horas de contato de prática laboratorial: Os conceitos teóricos são aprofundados através da implementação de um simulador, realizado em grupo.

Avaliação:

1.Exame (30%)

2.Realização de um Projeto (70%); Os projetos são realizados em grupo e possuem componente laboratorial

em software seguida de apresentação (avaliação dos colegas (30%)) e discussão do relatório técnico com o professor (70%).

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

The teaching methodology is based on theoretical and theoretical-practical classes, with a strong emphasis on the projects development. The class is organized in two-student work groups, so that in practice they are faced with problems where they seek their solution and implementation. The theoretical-practical classes provide the theoretical concepts and the theoretical and practical tools for solving the proposed problems associated with each of the systems contained in the curricular unit program. Students are invited to evaluate their colleagues at the end in a final presentation followed by an oral evaluation with each group individually.

The teaching methodology is developed in several components:

T – 35,0 theoretical teaching contact hours - Presentation and discussion of theoretical concepts, interactivity and asking questions are encouraged;

TP - 22,5 theoretical and practical teaching contact hours: For each theoretical theme exemplary exercises are solved and solutions are compared;

PL - 10,0 laboratory practice contact hours: Theoretical concepts are further developed through the implementation of a global simulator, performed in groups.

Assessment:

1. Exam (30%)

2. Project (70%); Projects are carried out in groups and have a laboratory component in software followed by presentation (peer evaluation (30%)) and discussion of the technical report with the teacher (70%).

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

Os resultados de aprendizagem (1), (2) e (3) são avaliados individualmente através do teste escrito.

Durante o acompanhamento dos trabalhos de grupo realizados são avaliados os resultados de aprendizagem (3) e (4).

Os resultados de aprendizagem (5) e (6) são avaliados na discussão final dos trabalhos de grupo.

A classificação final é obtida pela ponderação das notas obtidas no exame e no trabalho, da seguinte forma:

$NF = 0,30 \times \text{Exame} + 0,70 \times \text{Trabalho prático}$ .

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

The results of learning (1), (2) and (3) are evaluated individually through a writing exam. During the project design phase, outcomes (3) and (4) are evaluated. Learning outcomes (5) and (6) are evaluated in the project final discussion. The final classification is obtained by weighting the grades in the exam and work as follows:  
 $NC = 0.30 \times \text{Examination} + 0.70 \times \text{Practical work}$ .

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).**

1. Jyki, T. J. Penttinen, "The LTE/SAE Deployment Handbook", John Wiley, 2012.
2. Patrick Marsch, Ömer Bulakci, Olav Queseth, Mauro Boldi, "5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research", John Wiley, 2017
3. Marco Hernandez, Ryu Miura, Lorenzo Mucchi, "Body Area Networks using IEEE 802.15.6: Implementing the ultra wide band physical layer " Academic Press, 2014
4. Harry R. Anderson. "Fixed Broadband Wireless System Design". John Wiley. 2007.
5. IEEE 802.11p, 1609.x standards, 2010.

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.