

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

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

**1.1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**  
Redes de Comunicações Móveis / Mobile Communications Networks

**1.2. Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**  
MEET: AT; MEIC: ET;

**1.3. Duração<sup>1</sup> (100 carateres).**  
Semestral

**1.4. Horas de trabalho<sup>2</sup> (100 carateres).**  
162 horas

**1.5. Horas de contacto<sup>3</sup> (100 carateres).**  
Total: 67.5 h; T: 15 h; TP: 52.5 h

**1.6. ECTS (100 carateres).**  
6 ECTS

**1.7. Observações<sup>4</sup> (1.000 carateres).**  
UC comum com outros cursos.  
Optativa

**1.7. Remarks (1.000 carateres).**

**2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).**  
Nuno António Fraga Juliano Cota (67.5h)

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

**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) Descrever os principais problemas e confrangimentos nas diversas tecnologias de comunicações móveis;
- (2) Explorar as vantagens e limitações das diferentes redes de acesso rádio;
- (3) Explicar os mecanismos de suporte de mobilidade e de gestão de recursos rádio em redes celulares;
- (4) Analisar o desempenho dos diferentes algoritmos de gestão de handover, roaming e actualização de localização utilizados nas redes móveis.
- (5) Desenvolver e propor novas soluções para os problemas registados nas redes móveis através do estudo dos diferentes protocolos e redes de comunicações móveis.

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

The students that successfully finish this curricular unit will be able to:

- (1) Describe the basic issues and problems in current trends of mobile networking;
- (2) Explore the strengths and limitations of different types of RAN;
- (3) Explain the mechanisms for supporting mobility and radio resource management in cellular networks
- (4) Analyse the performance of different handover, roaming, and location update algorithms for cellular networks;
- (5) Develop an attitude to propose solutions with comparisons for problems related to mobile networking through investigation of different protocols and mobile networks.

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

1. Conceitos fundamentais em redes de comunicações móveis
2. 2G / GSM - Global System for Mobile communications
3. 2.5G / GPRS - General Packet Radio Service and Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)
5. 3G / UMTS - Universal Mobile Telecommunications System e aspetos rádio WCDMA
5. 3.5G / HSPA - HSDPA and HSUPA
6. 4G / LTE – Long Term Evolution e LTE advanced
7. 5G Evolution – Aspetos da interface radio 5G

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

1. Fundamental concepts
2. 2G / GSM - Global System for Mobile communications
3. 2.5G / GPRS - General Packet Radio Service and Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)
5. 3G / UMTS - Universal Mobile Telecommunications System and WCDMA Aspects
5. 3.5G / HSPA - HSDPA and HSUPA
6. 4G / LTE – Long Term Evolution and LTE advanced
7. 5G Evolution – 5G Air interface aspects

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

Esta unidade curricular tem por objetivo estudar e compreender as principais tecnologias de comunicações móveis existentes e futuras, dando-se ênfase às soluções adoptadas para suporte das interfaces rádio e funcionamento de rede. Dar a conhecer aos alunos os princípios adoptados nas redes de acesso rádio nas diferentes tecnologias e os parâmetros constituintes dessas mesmas redes. Explicar o funcionamento dos protocolos rádio adoptados e de sinalização para suporte dos diferentes serviços oferecidos aos utilizadores.

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

This course intends to provide the students with the skills needed to understand mobile communication technologies from a system engineering perspective, with emphasis on the solutions adopted to support the radio interfaces and network operation. The 2G to 5G radio interface characteristics, parameters and concepts will be explored. Explain the radio protocols used on different generation of mobile networks supporting different services and profiles.

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

A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas e teórico-práticas, recurso a exemplos de aplicação e casos práticos. Adicionalmente os alunos desenvolvem um trabalho prático. A turma é organizada em grupos de trabalho de 2 ou 3 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 resultados de aprendizagem (1) a (5) são avaliados individualmente através de exame escrito. Os resultados (2) a (5) são avaliados igualmente durante a realização do trabalho prático. A classificação final é obtida fazendo a média ponderada das classificações do exame e do trabalho de grupo:  $NC = 0.6 * \text{Exame} + 0.4 * \text{Trabalho prático}$ .

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

The teaching methodology is based on theoretical and theoretical-practical, with a strong emphasis on the application examples and case studies. Additionally a practical work will be developed by students. The class is organized into working groups of two or three students, so that practices are confronted 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 listed in the program of the course. At the end it is made a final presentation to the class followed by an oral evaluation with each group individually. The results of learning (1) to (5) are evaluated individually through a writing exam. During the project design phase, outcomes (2) to (5) are evaluated. The final classification is obtained by weighting the grades in the exam and work as follows:  $NC = 0.6 * \text{Examination} + 0.4 * \text{Practical work}$ .

**8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade**

**curricular (3.000 caracteres)**

Os objetivos de aprendizagem (1) a (5) são obtidos através de aulas interativas e respetivos elementos de apoio. As aulas decorrem sempre com a exposição do problema em concreto e a forma como as diferentes tecnologias o resolveram, dando particular ênfase às soluções de engenharia na componente rádio. Os objetivos (2) a (5) são igualmente desenvolvidos através da realização de um trabalho prático realizado ao longo do semestre. Este trabalho tem por objetivo aumentar a capacidade crítica dos alunos para com as diferentes tecnologias, entendendo as limitações e vantagens de cada tecnologia de redes de comunicações móveis.

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

The learning outcomes 1 to 5 are achieved through interactive lessons, support elements, and exercises. These methods are also used to promote understanding the mobile communications networks issues.

The lessons always come from the exposure of the problem in concrete and the way the different technologies have solved it, with emphasis on engineering solutions in the radio component. Outcomes and skills (2) to (5) are also developed through practical work carried out during the semester. The objective of this work is to increase the student's critical capacity for different technologies, understanding the limitations and advantages of each mobile communications technology.

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

Theodore S. Rappaport. "Wireless communications – principles and practice". Prentice Hall. 2001.

Siegmund Redl, Mathias Weber, Malcolm Oliphant . "GSM and Personal Communications Handbook" Artech House Books, 1998

Harri Holma, Antti Toskala, Pablo Tapia, "HSPA+ Evolution to Release 12: Performance and Optimization 1st Edition", Wiley. 2014

Harri Holma, Antti Toskala, "LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced 2nd Edition", Wiley. 2011

Afif Osseiran, "5G Mobile and Wireless Communications Technology 1st Edition", Cambridge University Press, 2016

---

<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.