

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

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

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

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).**  
162 h

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).**  
Pedro Manuel de Almeida Carvalho Vieira, 67,5 horas de contacto

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

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 os aspetos fundamentais associados à problemática que envolve as comunicações móveis.
2. Explicar aspetos associados à caracterização do canal rádio móvel e modelos de propagação utilizados para estimação de sinal.
3. Dimensionar redes móveis e estudar o seu impacto na qualidade de serviço oferecida ao cliente. Estimar cobertura e capacidade.
4. Analisar os aspetos fundamentais da arquitetura de redes móveis e funcionalidades dos seus principais componentes.
5. Desenvolver software específico para simulação e controlo de desempenho de redes móveis.
6. Criar relatórios de projeto e saber apresentar o trabalho desenvolvido.

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 the fundamental aspects associated with mobile communications.
2. Explain issues associated with mobile radio channel characterization and propagation models used to estimate signal.
3. Dimension mobile networks and study their impact on subscriber quality of service. To estimate coverage and capacity.

4. Analyze the fundamental aspects of mobile network architecture and functionality of its main components.
5. Develop specific software for simulation and performance control of mobile networks.
6. Create project reports.

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

I. Introdução às Comunicações Móveis

História das Comunicações Móveis. Redes de Telefone celular: da 1ª à 5ª Geração.

II. Fundamentos de Planeamento Celular

O Conceito Celular

Interferência Co-canal e Capacidade do Sistema, Transferência entre Células (Handover)

Linhas de Orientação para um bom Planeamento Celular

Dimensionamento de Tráfego em comutação por circuitos e comutação por pacotes

III. Desvanecimento Larga-Escala

Mecanismos de Propagação Rádio em VHF e UHF

Propagação em Espaço Livre

Desvanecimento Log-Normal e Cobertura

Propagação Outdoor e Indoor

IV. Desvanecimento Pequena-Escala

Causas do Desvanecimento em Pequena-Escala

Parâmetros para Caracterização Canal Rádio

Tipos de desvanecimento em Pequena escala

Modelos direcionais de canal. Aplicação à 4ª e 5ª Geração de Comunicações Móveis (4G e 5G)

Utilização de Sistema Multi-Antena. Tecnologia MIMO

Escalonamento de Recursos Rádio. Modulação e Codificação Adaptativa. Técnicas Colaborativas e utilização de repetidores.

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

I. Introduction to Mobile Communications

History under Mobile Communications. Cellular Networks from 1G to 5G. Some current statistics around the Mobile Business.

II. Cell Planning Fundamentals

The Cellular Concept

Co-Channel Interference and System Capacity, Transfer between cells (handover)

Guidelines for a good cell planning

Traffic dimensioning in circuit switching and packet switching

Multi-Band Solutions

Design for Indoor Applications

III. Large-Scale Fading

Radio Propagation Mechanisms in VHF and UHF

Free Space Propagation

Log-Normal Fading

Coverage Area Dimensioning

IV. Small-Scale Fading

Small-Scale Fading Causes

Influence of Bandwidth on Fading

Parameters for Radio Channel Characterization

Types of Small-scale fading

Broadband Channel Models.

Directional channel models. Application to 4G and 5G technologies.

MIMO

Radio Resource Scheduling. Adaptive Modulation and Coding. CoMP and Relaying.

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

Esta UC tem como principal objetivo aprofundar os conceitos fundamentais associados à problemática que envolve as comunicações móveis. Pretende fornecer as ferramentas teóricas para o planeamento de redes celulares, ao nível da cobertura e capacidade. Dá ainda a conhecer os seus parâmetros fundamentais e a utilização dos mesmos no dimensionamento de redes móveis. Cada um dos principais fatores que influencia a temática das comunicações móveis, corresponde a cada capítulo dos conteúdos programáticos.

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

This course has as its main goal to learn and apply the fundamental concepts associated with mobile communications. To provide the theoretical tools for cell planning, considering coverage and capacity issues. To know the mobile communications key parameters and use them in the design of mobile systems. Each of the major factors that influences the mobile communications area, corresponds to each item of the syllabus.

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

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 (60%)

2.Realização de um Projeto + discussão com docente (40%)

Os projetos são realizados em grupo e possuem componente laboratorial em software seguida de apresentação e discussão do relatório técnico.

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

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 (60%)

2. Project + discussion with teachers (40%)

The projects are conducted in groups and have software laboratory component followed by presentation and technical report discussion.

**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), (3) e (4) são avaliados individualmente através de exame escrito realizado no final do semestre.

Os resultados de aprendizagem (3), (5) e (6) são avaliados através da componente de trabalho prático existente na unidade curricular.

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

The learning outcomes (1), (2), (3) and (4) are assessed individually by written examination performed at the end of the period.

The learning outcomes (3), (5) and (6) are assessed in project work.

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

1. Vieira P. "Folhas de Apoio de Comunicações Móveis", ISEL/ADEETC, 2012. (Slides Disponíveis em formato \*.pdf na página da unidade curricular no Moodle).
2. A. F. Molisch, "Wireless Communications", 2nd Edition, John Wiley, Chichester, UK, 2011.
3. T. Rappaport, "Wireless Communications: Principles and Practice, 2nd Edition", Prentice-Hall, 2001.
4. A. GoldSmith, Wireless Communications, Cambridge University Press 2005.

---

<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.