

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3310] Planeamento e Otimização de Redes Móveis / Mobile Networks Planning and Optimization

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

TEL

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 35h 00m | TP: 22h 30m | P: 10h 00m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Opcional

---

## 2. Docente responsável

[1340] Pedro Manuel de Almeida Carvalho Vieira

---

## 3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

---

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

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

1. Definir os mecanismos de propagação rádio que afetam o processo de planeamento e otimização de redes móveis.
2. Explicar e descrever técnicas de planeamento e otimização de redes móveis de 2ª, 3ª, 4ª e 5ª geração.
3. Aplicar os conhecimentos adquiridos ao projeto de redes móveis de 2ª, 3ª, 4ª e 5ª geração.
4. Examinar e comparar características típicas dos equipamentos e tecnologia usada em redes de 2ª, 3ª, 4ª e 5ª geração, para posterior escolha das topologias mais adequadas.
5. Usar e desenvolver software específico para planeamento e otimização de redes móveis. 6. Criar relatórios de projeto. Saber apresentar o trabalho desenvolvido. Defender trabalho realizado em discussão com o docente da disciplina.



---

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

Students who successfully complete this course will:

1. Learn the radio propagation mechanisms that condition the mobile networks planning and optimization process.
2. Explain planning and optimization techniques for 2nd, 3rd, 4th and 5th generation mobile networks.
3. Apply the acquired knowledge to the design of 2nd, 3rd, 4th and 5th generation mobile networks.
4. Compare typical characteristics of 2nd, 3rd, 4th and 5th generation mobile networks equipment and subsequent choice of most suitable topologies.
5. Use and develop specific software for mobile networks planning and optimization tools. 6. Create project reports.

---

**5. Conteúdos programáticos**

- I. Introdução ao Planeamento Rádio
- II. Propagação Rádio e Antenas para Redes Móveis
- III. Planeamento e Otimização Rádio em Redes Móveis de 2ª Geração (GSM/GPRS) Cobertura Celular e Dimensionamento de Ligação (Power Budget) Dimensionamento de Capacidade em GSM/GPRS
- IV. Planeamento e Otimização Rádio em Redes Móveis de 3ª Geração (UMTS / HSPA) Dimensionamento em Redes UMTS/HSPA Técnicas de Aumento de Capacidade e Cobertura em redes UMTS / HSPA Otimização Rádio em Redes UMTS / HSPA
- V. Planeamento e Otimização Rádio em Redes Móveis de 4ª Geração (LTE) Implementação do LTE Requisitos Estratégias de Implementação Método de Dimensionamento Rádio para LTE Cobertura e Capacidade em Uplink/Downlink Análise de caso de estudo para LTE Mobile Broadband.
- VI Planeamento e Otimização Rádio em Redes Móveis de 5ª Geração (New Radio) Método para planeamento de redes de acesso radio 5G. O link Budget 5G. Bandas de frequência e parâmetros utilizados. Casos de utilização (colocalização e densificação de rede).



---

## 5. Syllabus

I. Radio Planning Introduction

II. Radio Propagation and Antennas for Mobile Networks

III. Radio Planning and Optimization in 2nd Generation Mobile Networks (GSM / GPRS) Cell Coverage Dimensioning and Power Budget Capacity Dimensioning in GSM/ GPRS

IV. Radio Planning and Optimization in Mobile Networks 3rd Generation in Mobile Networks (UMTS / HSPA) UMTS / HSPA Dimensioning Capacity and Coverage Increase Techniques in UMTS / HSPA Radio Optimization in UMTS / HSPA

V. Radio Planning and Optimization in 4th generation Mobile Networks (LTE) LTE Implementation Requirements LTE Radio Planning Dimensioning Method for LTE Radio Coverage and Capacity for Uplink / Downlink Case study Analysis for LTE Mobile Broadband

VI. Radio Planning and Optimization in 5th generation Mobile Networks (New Radio) Steps in the 5G Radio Network Planning Process. The 5G Link Budget. Real Use-Cases (Co-Siting and Network Densification)

---

## 6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Esta UC tem como principal objetivo o estudo de técnicas de planeamento e otimização em redes móveis de 2ª (2G), 3ª (3G) 4ª (4G) e 5ª geração (5G), e a análise das metodologias e parâmetros mais relevantes para implementação no terreno de redes móveis GSM/GPRS (2G), UMTS/HSPA (3G), LTE (4G) e 5G (New Radio). Cada uma das diferentes gerações e tecnologias de redes de comunicações móveis, corresponde a cada capítulo dos conteúdos programáticos.

---

## 6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

This course has as its main goal to study Radio Planning and Optimization Techniques for 2nd (2G), 3rd (3G), 4th (4G) and 5th generation (5G) mobile networks, and to analyse methodologies and most relevant parameters for field implementation of GSM / GPRS (2G), UMTS / HSPA (3G), LTE (4G) and New Radio (5G) mobile networks. Each of the different generations and technologies corresponds to each item of the syllabus.

---

## 7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A metodologia de ensino desenvolve-se em várias componentes: T ? teóricas - Exposição e discussão dos conceitos teóricos, incentivando à interatividade e colocação de questões; TP ? horas teórico-práticas: Por cada tema teórico são resolvidos exercícios exemplificativos e comparadas soluções; PL ? horas de contato de prática laboratorial: Os conceitos teóricos são aprofundados através da implementação/utilização de um simulador, realizado em grupo. Avaliação distribuída com exame: 1.Exame (40%) 2.Realização de um Projeto Multi-Tecnologia (pedagogicamente fundamental) + discussão com docente (60%). 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)**

The teaching methodology is developed in several components: T ? theoretical teaching contact hours - Presentation and discussion of theoretical concepts, interactivity and asking questions are encouraged; TP - theoretical and practical teaching contact hours: For each theoretical theme exemplary exercises are solved and solutions are compared; PL - laboratory practice contact hours: Theoretical concepts are further developed through the implementation of a global simulator, performed in groups. Assessment: 1. Exam (40%) 2. Project (pedagogically fundamental) + discussion with teacher (60%). 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**

Os resultados de aprendizagem (1), (2) e (3) são avaliados individualmente através de exame escrito realizado no final do semestre. Os resultados de aprendizagem (3), (4), (5) e (6) são avaliados através da componente de projeto existente na UC.

---

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

The learning outcomes (1), (2) and (3) are assessed individually by written examination performed at the end of the period. The learning outcomes (3), (4), (5) and (6) are assessed in project work.

---

**9. Bibliografia de  
consulta/existência obrigatória**

1. Vieira P. "Folhas de Apoio de Planeamento e Otimização de Redes Móveis, ISEL/ADEETC. (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. Rappaport T., "Wireless Communications: Principles and Practice", 2nd Edition, Prentice-Hall, 2001.
4. 3rd Generation Partnership Project (3GPP), "www.3gpp.org" (October, 2024).
5. Laiho J., Wacker A., "Radio Network Planning and Optimization for UMTS", 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2006.
6. Holma H.(Ed.), Toskala A. (Ed.), "WCDMA for UMTS ? HSPA Evolution and LTE", 4th Edition, John Wiley & Sons, 2007.

---

**10. Data de aprovação em CTC** «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»



**Ficha de Unidade Curricular A3ES**  
**Planeamento e Otimização de Redes Móveis**  
**Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações**  
**2024-25**

---

11. Data de aprovação em CP «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»