

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

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

**1.1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**

Rádio Comunicações/ Radio Communications

**1.2. Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**

LEETC: ET - Engenharia Eletrónica e Telecomunicações.

LEIRT: TEL - Telecomunicações

MEETC: 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).**

Pedro Manuel de Almeida Carvalho Vieira, 67,5 horas de contacto

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

Pedro Renato Tavares de Pinho, 67,5 horas de contacto

**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 mecanismos fundamentais associados à propagação rádio na troposfera.

2. Explicar os aspetos associados à caracterização do canal rádio na troposfera e modelos de propagação mais adequados.

3. Identificar os componentes principais de uma ligação por feixe hertziano e avaliar o seu desempenho

4. Projetar uma ligação em termos reais, incluindo o dimensionamento e seleção técnico/económica de equipamentos e estruturas.

5. Desenvolver e utilizar ferramentas específicas dedicadas a planeamento e implementação de ligações ponto-a-ponto e multi-ponto.

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 mechanisms associated with troposphere radio propagation.

2. Explain the issues associated with characterization of the radio channel in the troposphere and more appropriate propagation models.

3. Identify the main components of a microwave radio link and assess its performance.
4. To dimension a real microwave link, including sizing and selecting technical/economic structures and equipment.
5. Develop and use specific tools dedicated to planning and implementation of point-to-point and multi-point radio links.
6. Create project reports.

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

I. Conceitos Introdutórios

Modos de Propagação na Atmosfera. Espectro Eletromagnético.

Antenas.

II. Conceitos de Propagação

Propagação em Espaço Livre. Elipsóides de Fresnel

Reflexão no Solo

III. Influência da Atmosfera

Atenuação Suplementar devido aos Gases Atmosféricos. Atenuação devida à Chuva e Partículas Atmosféricas

Efeitos Retractivos

Anomalias Troposféricas

IV: Influência do Terreno e Edifícios

Propagação por Difração. Difração sobre Terra Esférica. Dispersão Troposférica

Difração sobre Obstáculos

Dispersão pelo Terreno

Introdução aos modelos de propagação para comunicações móveis

V. Sistemas de Feixes Hertzianos

Vista geral de estações de feixes hertzianos. Sistemas de antenas para microondas. Guias de Onda.

Circuladores. Acopladores direccionais. Curvas, Transições e Junções. Equipamentos de rádio de micro-ondas.

Monovias digitais. Mini-links.

Ligações por micro-ondas. Análise de Desempenho e Disponibilidade de uma ligação. Análise e cálculo de um link.

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

I. Introductory Concepts

Modes of Propagation in the Atmosphere. Electromagnetic Spectrum

Plane waves and polarization (review)

Antennas Overview

II. Propagation Concepts

Free Space Propagation. Fresnel ellipsoids

Reflection on the Ground

III. Atmosphere Influence on Radio Propagation

Attenuation due to atmospheric gases. Attenuation due to Rain and Atmospheric Particles

Refractive effects

Tropospheric anomalies

IV. Influence of Land and Buildings

Diffraction. Diffraction on Spherical Earth. Tropospheric scatter

Diffraction over obstacles: knife-edge obstacle, rounded obstacle, multi knife-edge obstacles

Terrain Scattering

Introduction to mobile communications propagation models

V. Microwave links

Microwave antenna systems. Wave Guides. Circulators. Directional couplers. Bends, Transitions and Junctions. Microwave radio equipment. Digital monorails. Mini-links. Microwave links. Availability and Performance. Analysis of a link.

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

Esta UC tem como principal objetivo fornecer as ferramentas teóricas para o estudo de uma ligação rádio na troposfera. Adicionalmente, pretende dar a conhecer os seus parâmetros fundamentais e utilizar os mesmos no dimensionamento dos sistemas de telecomunicações respetivos. Pretende ainda projetar uma ligação ponto-a-ponto sob as recomendações ITU-T e ITU-R em vigor. Cada um dos principais fatores que influencia uma ligação rádio ,corresponde a cada item 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 provide the theoretical tools for the study of a radio link in the troposphere. Additionally, it seeks to present the key parameters and use them in the design of the respective telecommunications systems. It also aims to design a point-to-point under the associated ITU-T and ITU-R recommendations. Each of the major factors that influence the radio link, corresponds to each item of the syllabus.

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

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 (2/3)

2.Realização de um Projeto + discussão com docente (1/3)

**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 (2/3)

2. Project + discussion with teacher (1/3)

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 carateres).**

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 (4), (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 (4), (5) and (6) are assessed in project work.

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

1. Vieira P. "Folhas de Apoio de de Rádio-Comunicações, ISEL/ADEETC, 2013. (Slides disponíveis em formato \*.pdf na página da unidade curricular no Moodle).
2. ITU-R Recommendations ( P Series - Radiowave Propagation )
3. Salema C., "Feixes Hertzianos", 3ª edição, IST Press, 2011.
4. Freeman, R. "Radio System Design for Telecommunications", 3rd Edition John Willey & Sons, Inc, 2007.
5. Manning, T. "Microwave Transmission Design Guide", 2nd Edition Artech House, Inc, 2009.

---

<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.