

Plano Analítico: Redes de Comunicações Móveis

1. Identificação da Unidade Curricular

- **Curso:** Engenharia de Redes e Telecomunicações (ERT)
- **Ano:** 5º | **Semestre:** 1º
- **Créditos:** 8.0 UC
- **Carga Horária Total:** 120 Horas
- **Distribuição:**
 - **Teóricas (T):** 30h
 - **Teórico-Práticas (TP):** 30h
 - **Práticas (P):** 30h
 - **Trabalho Autónomo (TA):** 22h
 - **Orientação e Tutoria (OT):** 4h
 - **Avaliação (AV):** 4h

1. Fundamentação

As comunicações móveis revolucionaram a forma como a sociedade interage. Para o engenheiro de ERT, esta disciplina é essencial para compreender a arquitetura de rede rádio (RAN) e o Core de rede das operadoras. O estudo foca-se na gestão da mobilidade, eficiência espectral e na transição para redes baseadas em software, permitindo ao aluno projetar coberturas celulares eficientes e gerir a qualidade de serviço (QoS) em ambientes de alta mobilidade.

2. Objectivos Instrutivos e Educativos

- **Instrutivos:** Compreender o conceito celular e o reuso de frequências; analisar a evolução das gerações (2G/GSM, 3G/UMTS, 4G/LTE e 5G/NR); estudar os mecanismos de *Handover* e gestão de localização; dominar as técnicas de acesso múltiplo e modulação em redes móveis.
- **Educativos:** Fomentar a visão estratégica sobre o desenvolvimento das telecomunicações; desenvolver competências para o planeamento sustentável de infraestruturas rádio e promover o cumprimento de normas de segurança eletromagnética.

3. Resultado de Aprendizagem

O estudante será capaz de:

- Dimensionar a capacidade de uma célula utilizando modelos de tráfego (Erlang).
- Projetar mapas de cobertura e planear frequências para evitar interferências.
- Diferenciar as arquiteturas de Core (EPC vs 5G Core).
- Analisar o impacto de tecnologias como **MIMO** e **Beamforming** no desempenho da rede.

- Utilizar ferramentas de *Drive Test* para avaliar a qualidade de sinal em cenários reais.

4. Planeamento Temático (8 UC)

Tema	Horas (T+TP+P)	Conteúdo Programático
I. Conceitos Celulares	20h	Reuso de frequência; Divisão de células (<i>Splitting</i>); Gestão de interferência co-canal; Teoria de Tráfego (Erlang B e C).
II. Evolução 2G e 3G	25h	Arquitetura GSM; Comutação de circuitos vs pacotes (GPRS/EDGE); WCDMA e HSPA no 3G.
III. Redes 4G / LTE	25h	Arquitetura de rede plana (E-UTRAN e EPC); OFDMA e SC-FDMA; Canais lógicos e físicos; VoLTE.
IV. Redes 5G (New Radio)	25h	Arquitetura Standalone (SA) vs Non-Standalone (NSA); Network Slicing; mmWave vs Sub-6GHz; Massivo MIMO.
V. Planeamento e Otimização	25h	Balanço de ligação rádio (Link Budget); Modelos de propagação urbana; KPI de rede móvel; Procedimentos de <i>Handover</i> .

5. Recomendações Metodológicas

- **Laboratório de Medição (30h):** Uso de scanners de sinal ou smartphones com apps de engenharia (ex: **Network Signal Guru**) para realizar *Drive Tests* simulados no campus.
- **Simulação de Planeamento:** Utilização de ferramentas como **Atoll** ou **Forsk** (versões académicas) para planeamento de cobertura rádio.
- **Análise de Tráfego:** Resolução de problemas complexos de dimensionamento de capacidade para eventos de alta densidade de utilizadores.

6. Sistema de Avaliação

Conforme a alocação de **4h para AV**:

- **Avaliação Contínua (50%):** Projeto de planeamento de uma rede móvel para uma zona urbana (30%) e relatórios de análise de protocolos móveis (20%).
- **Avaliação Formal (50%):** Exame final abrangente focado na arquitetura e evolução dos sistemas móveis.

7. Bibliografia Principal Indicada

1. **RAPPAPORT, Theodore S.** *Wireless Communications: Principles and Practice*. Prentice Hall.
2. **HOLMA, H. & TOSKALA, A.** *LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced*. Wiley.
3. **SAHA, Mischa.** *5G Core Networks: Powering Digitalization*. Academic Press.