



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia



COMPUTER  
COMMUNICATIONS  
AND NETWORKS

# Engenharia de Serviços em Rede 2024/2025

Prof. Flávio de Oliveira Silva, Ph.D.

[flavio@di.uminho.pt](mailto:flavio@di.uminho.pt)

Computer Communications and Networks (CCN)

Department of Informatics

Engineering School

University of Minho

# About me

- 1992 – Electrical/Computer Engineering (Federal University of Uberlândia - UFU)
- 1993 – Computer Science (UFU)
- 1992 – Build my own business
  - Application development in Engineering (in cooperation with Autodesk)
  - First Brazilian software for electrical installation plans
  - Awarded at Fenasoft (Max Award)
- 2004 – Masters in Computing (UFU)
- 2005 a 2010: participation in several software projects on different business domains (UOL, Globo.com, Algar Telecom, VIVO, TIM, Bunge, etc.)
- 2008 – Started at UFU as a Professor
- 2013 – PhD in Electrical Engineering (University of São Paulo - USP)
- 2023 – Started at UMinho

# About My Research

- Research and Innovation Focus
  - Considering the **societal challenges and needs**
  - The...**Future Applications**
  - Which poses new requirements to... **Future Networks**
  - That will run on top of the... **Future Infrastructure**
- Experimental Approach
  - Research close to the real world
  - Strengthens the Education of Human Resources
  - From prototypes to products (open to innovation)
- Connection with Industry
  - Delivery; Project Management; Mindset that enables a better dialogue
- Partners inside and outside Portugal

# Some Ongoing research projects

- **Brasil6G** 
  - Funded by MCTI
  - Phases
    - Phase I: February 2021; 12 months
    - Phase II: February 2022; 24 months
  - Several Brazilian partners: Inatel, RNP, cpqd, UFC, UFG, UFRJ, UFPA, UFSC, **UFU**, UNICAMP, UNISINOS
- **Slicing Future Internet Infrastructure (SFI2)**
  - Started in April/2021, 5 years project
  - Several partners in Brasil
  - Funded by FAPESP
- **Intelligent Management of Autonomous Network Slices Across Multiple Domains (INTERCESSION)**
  - Started in February/2022, 36 months
  - Funded by CNPQ

# ESR – Equipa docente

- Coordenador da UC
  - *e-mail: pmc at di.uminho.pt*, gab. Ed.7 3.25
- Teóricas: 5f, 13-14h (T1)
  - **Flávio de Oliveira Silva**, *email: flavio at di.uminho.pt*, gab. Ed.7 3.17
- Práticas:
  - 4f: PL5, PL8 das 11-12h
  - 5f: PL1, PL2, PL3 das 11-12h;
  - 5f: PL4, PL6, PL7 das 15-16h.
  - Docentes
    - **Bruno Antunes (PL4, PL5)**, *e-mail: bantunes at di.uminho.pt*
    - **Flávio de Oliveira Silva (PL3)**, *e-mail: flavio at di.uminho.pt*
    - **Pedro António (PL8)**, *e-mail: d12943 at di.uminho.pt*
    - **Pedro Jorge Lima (PL2, PL6)**, *e-mail: d12521 at di.uminho.pt*
    - **Solange Rito Lima (PL1, PL7)**, *e-mail: solange at di.uminho.pt*
- Contacto preferencial: e-mail via Blackboard

# ESR – Objetivos / Resultados Apr.

- Ter uma visão global e crítica sobre o desenvolvimento de aplicações e serviços multimédia em redes TCP/IP, e modelos de serviço subjacentes.
- Compreender os conceitos fundamentais sobre comunicação em grupo (*multicast*) em redes TCP/IP.
- Explicar as características e funcionamento de aplicações e serviços em rede que envolvam a comunicação de áudio, vídeo, voz e/ou dados.
- Entender o suporte que os protocolos de sinalização e os protocolos orientados a tempo-real proporcionam às aplicações.
- Implementar soluções concretas para estabelecer aplicações ou serviços em rede com requisitos de qualidade variados.

# ESR - Avaliação

- Teóricas (T) – [50%] da nota final
  - Nota mínima: 8.0 (0-20 valores)
- Práticas (PLs) – [50%] da nota final
  - Cada turno com até 24 alunos (prioridade para os que foram atribuídos ou com SWAP)
  - 2 Trabalhos nas PLs, a realizar (maioritariamente) durante as aulas
  - Nota mínima: 10.0 (0-20 valores)
    - T1: 20% e T2: 80% (5%+5% nota - Checkpoint – 2 momentos)
  - Grupos de 3 elementos (2 se for impossível 3)
  - PLs obrigatórias (2/3 presenças)
  - Penalização aos alunos que faltam sem justificação à(s) aula(s) dos respectivos trabalhos
    - Desconto de 0.5 valor por aula

# ESR – T – Programa/Planeamento

## • Teóricas (T)

Planeamento ESR (MEI)				
Semana	INI	FIM	DIA	Teóricas (T) - 5ª feira
1	09/Sep	13/Sep	12	Apresentação - Apresentação, Funcionamento, Avaliação, Programa, Contextualização
2	16/Sep	20/Sep	19	Camada de Aplicação - Aplicações em Rede: Princípios, Modelos C/S; P2P
3	23/Sep	27/Sep	26	Camada de Aplicação - Aplicações em Rede; VideoStr, CDNs, Paradigmas de Programação
4	30/Sep	04/Oct	03	Camada de Transporte- Modelos de Comunicação em Grupo
5	07/Oct	11/Oct	10	Camada de Transporte- Modelos de Comunicação em Grupo
6	14/Oct	18/Oct	17	Camada de Transporte - Modelos de Comunicação em Grupo
7	21/Oct	25/Oct	24	Multimedia Networking: Streaming
8	28/Oct	01/Nov	31	Multimedia Networking: VoIP e Sinalização
9	04/Nov	08/Nov	07	Multimedia Networking: Suporte a tempo real
10	11/Nov	15/Nov	14	Multimedia Networking: Suporte a tempo real
11	18/Nov	22/Nov	21	Serviço de transporte: Novas soluções - SIP
12	25/Nov	29/Nov	28	Serviço de transporte: Novas soluções - SCTP
13	02/Dec	06/Dec	05	Serviço de transporte: Novas soluções - QUIC
14	09/Dec	13/Dec	12	Semana de Avaliação
15	16/Dec	20/Dec	19	TESTE
16	23/Dec	27/Dec	26	Férias do Natal
17	30/Dec	03/Jan	02	Férias do Natal
18	06/Jan	10/Jan	09	
19	13/Jan	17/Jan	16	Publicação das Notas (Data Limite: 15.01.2024)
20	20/Jan	24/Jan	24	Exame 24.01.2025
21	27/Jan	31/Jan	31	



# ESR – PL – Programa/Planeamento

## • Turno Prático (PL)

Planeamento ESR (MEI)				
Semana	INI	FIM	DIA	Práticas Lab (PL) - 5ª feira
1	09/Sep	13/Sep	12	Apresentação; Inscrição nos turnos; Instalação de Software de Apoio
2	16/Sep	20/Sep	19	Consolidação Grupos; Apresentação e Início do T1 Aplicações e Serviços: Exploratório
3	23/Sep	27/Sep	26	T1 Aplicações e Serviços: Exploratório
4	30/Sep	04/Oct	03	T1 Aplicações e Serviços: Exploratório; hard deadline: 03.10.24)
5	07/Oct	11/Oct	10	Apresentação T2 e arranque T2 pelos grupos; Workshop (Socket Programming) Streaming (11/10/24) de 14:00 às 16:00
6	14/Oct	18/Oct	17	T2 Trabalho de Desenvolvimento: Multicast Video (Application Layer Multicast)
7	21/Oct	25/Oct	24	T2 Trabalho de Desenvolvimento
8	28/Oct	01/Nov	31	T2 Trabalho de Desenvolvimento - checkpoint (design)
9	04/Nov	08/Nov	07	T2 Trabalho de Desenvolvimento
10	11/Nov	15/Nov	14	T2 Trabalho de Desenvolvimento
11	18/Nov	22/Nov	21	T2 Trabalho de Desenvolvimento - checkpoint
12	25/Nov	29/Nov	28	T2 Trabalho de Desenvolvimento
13	02/Dec	06/Dec	05	T2 Trabalho de Desenvolvimento (apresentação, hard deadline entrega 03.12.2024 e apresentação 05.12.2024)
14	09/Dec	13/Dec	12	
15	16/Dec	20/Dec	19	
16	23/Dec	27/Dec	26	
17	30/Dec	03/Jan	02	
18	06/Jan	10/Jan	09	
19	13/Jan	17/Jan	16	
20	20/Jan	24/Jan	23	
21	27/Jan	31/Jan	30	

# ESR – Programa / Planeamento

Planeamento ESR (MEI)					
Semana	INI	FIM	DIA	Teóricas (T) - 5ª feira	Práticas Lab (PL) - 5ª feira
1	09/Sep	13/Sep	12	Apresentação - Apresentação, Funcionamento, Avaliação, Programa, Contextualização	Apresentação; Inscrição nos turnos; Instalação de Software de Apoio
2	16/Sep	20/Sep	19	Camada de Aplicação - Aplicações em Rede: Princípios, Modelos C/S; P2P	Consolidação Grupos; Apresentação e Início do T1 Aplicações e Serviços: Exploratório
3	23/Sep	27/Sep	26	Camada de Aplicação - Aplicações em Rede; VideoStr, CDNs, Paradigmas de Programação	T1 Aplicações e Serviços: Exploratório
4	30/Sep	04/Oct	03	Camada de Transporte- Modelos de Comunicação em Grupo	T1 Aplicações e Serviços: Exploratório; hard deadline: 03.10.24)
5	07/Oct	11/Oct	10	Camada de Transporte- Modelos de Comunicação em Grupo	Apresentação T2 e arranque T2 pelos grupos; Workshop (Socket Programming) Streaming (11/10/24) de 14:00 às 16:00
6	14/Oct	18/Oct	17	Camada de Transporte - Modelos de Comunicação em Grupo	T2 Trabalho de Desenvolvimento: Multicast Video (Application Layer Multicast)
7	21/Oct	25/Oct	24	Multimedia Networking: Streaming	T2 Trabalho de Desenvolvimento
8	28/Oct	01/Nov	31	Multimedia Networking: VoIP e Sinalização	T2 Trabalho de Desenvolvimento - checkpoint (design)
9	04/Nov	08/Nov	07	Multimedia Networking: Suporte a tempo real	T2 Trabalho de Desenvolvimento
10	11/Nov	15/Nov	14	Multimedia Networking: Suporte a tempo real	T2 Trabalho de Desenvolvimento
11	18/Nov	22/Nov	21	Serviço de transporte: Novas soluções - SIP	T2 Trabalho de Desenvolvimento - checkpoint
12	25/Nov	29/Nov	28	Serviço de transporte: Novas soluções - SCTP	T2 Trabalho de Desenvolvimento
13	02/Dec	06/Dec	05	Serviço de transporte: Novas soluções - QUIC	T2 Trabalho de Desenvolvimento (apresentação, hard deadline entrega 03.12.2024 e apresentação 05.12.2024)
14	09/Dec	13/Dec	12	Semana de Avaliação	
15	16/Dec	20/Dec	19	TESTE	
16	23/Dec	27/Dec	26	Férias do Natal	
17	30/Dec	03/Jan	02	Férias do Natal	
18	06/Jan	10/Jan	09		
19	13/Jan	17/Jan	16	Publicação das Notas (Data Limite: 15.01.2024)	
20	20/Jan	24/Jan	24	Exame 24.01.2025	
21	27/Jan	31/Jan	31		

# ESR – Programa

## 1. Network Applications and Services Programming

- Principles of network applications
- C/S and P2P service models and applications
- Video streaming and content distribution networks (CDNs)
- Socket programming with UDP and TCP

## 2. Principles of Group Communication

- Communication model. Membership management.
- Multicast in dense and sparse environments.

## 3. Multimedia Networking

- Multimedia networking applications
- Streaming stored video
- Voice-over-IP

## 4. Signalling and Transport

- Session management: signaling protocol (SIP).
- Support for real-time communications (RTP/RTCP)
- Alternatives to TCP: SCTP and QUIC.

# ESR – Funcionamento

- Controlo de faltas
  - Teóricas – sim, mas não afeta negativamente a nota final obtida na UC.
  - Práticas Laboratoriais – sim, estrito, via Blackboard
- Pontualidade nas aulas T e PLs
- Congelamento de notas PL do ano anterior, de acordo com o RAUM, apenas para alunos com estatutos especiais, e.g. TE, NEE (Nec. Edu. Espec.)
- Disponibilização atempada do material de estudo
  - Teóricas: notas de apoio no dia anterior à aula
  - PLs: enunciado no dia anterior ao lançamento do trabalho

# ESR – Bibliografia Principal

## Disponibilizada na plataforma de ensino

- Computer Networking: A Top-Down Approach, 7th Edition. James F. Kurose, Keith Ross, Pearson, 2016.
- Slides de apoio às aulas T.
- Questões?

# EMAIL

- Email
  - [flavio@di.uminho.pt](mailto:flavio@di.uminho.pt)
  - Assunto = [ESR]Objetivos
- Questões
  - O que você espera da disciplina “Engenharia de Serviços em Rede”?
  - Qual sua opinião sobre o MEI (MMC, MIEI)?
  - Como você avalia sua dedicação aos estudos? Em que ela pode ser melhorada?
- Observação
  - Enviar via Blackboard com seu e-mail institucional
  - Enviar até 20/09/2024