

Plano da Disciplina: Qualidade de Serviço na Internet (QoS)

1. Desenho da Disciplina

- **Nome:** Qualidade de Serviço na Internet
 - **Curso:** Licenciatura em Engenharia Informática, Engenharia de Telecomunicações ou áreas correlatas
 - **Ano/Semestre:** 5º Ano / 2º Semestre
 - **Modalidade:** Presencial
 - **Carga Horária Semanal:** 5 horas
 - **Carga Horária Total:** 80 horas
-

2. Regime

- **Regime:** Semestral
 - **Frequência mínima:** 75% de presença nas aulas teórico-práticas
 - **Avaliação contínua** com provas, projetos e simulações de redes com suporte a QoS
-

3. Posição no Curso

- **5º Ano, 2º Semestre**
 - Disciplina essencial para **análise, modelagem e implementação de QoS na Internet e redes modernas**
-

4. Horário Semanal

- **2 horas teóricas** (fundamentos de QoS e modelagem)
 - **1 hora teórico-prática** (análise de protocolos e arquiteturas)
 - **2 horas práticas (laboratórios)** (simulação e implementação de QoS)
-

5. Carga Horária Total

- **Total:** 80 horas
 - **Horas Teóricas:** 32h
 - **Horas Teórico-Práticas:** 16h
 - **Horas Práticas (Laboratórios):** 32h
-

6. Precedências Obrigatórias

- **Nenhuma disciplina obrigatória**
-

7. Objetivos Gerais

- 1 **Compreender os conceitos fundamentais de QoS**, incluindo métricas e parâmetros de qualidade.
 - 2 **Dominar as técnicas de otimização de tráfego**, como alocação de largura de banda e escalonamento de pacotes.
 - 3 **Implementar estratégias de QoS usando protocolos modernos** como QUIC, BBR, ECN e SDN.
 - 4 **Explorar arquiteturas de redes emergentes** como redes orientadas a conteúdo (ICN) e integração com 5G.
 - 5 **Utilizar ferramentas de simulação e medição de desempenho**, como Mininet, NS-3 e Wireshark.
-

8. Competências a Desenvolver

- ✓ Compreender **mecanismos de priorização de tráfego** e políticas de QoS.
 - ✓ Implementar **protocolos modernos de controle de congestionamento** como BBR e QUIC.
 - ✓ Projetar **redes com suporte a QoS em SDN e 5G**.
 - ✓ Avaliar e medir **desempenho de redes e qualidade de transmissão**.
 - ✓ Utilizar ferramentas avançadas de **simulação e otimização de tráfego**.
-

9. Conteúdo Temático e Bibliografia

Unidade 1: Introdução à Qualidade de Serviço (10h)

Communication Networking: An Analytical Approach – A. Kumar, D. Manjunath, J. Kuri (2004)

- Conceitos fundamentais de QoS: métricas e parâmetros
- Arquiteturas de suporte à QoS (IntServ, DiffServ, MPLS)
- Aplicações que exigem QoS: VoIP, streaming e cloud gaming

Laboratório: Análise de tráfego e QoS com Wireshark

Unidade 2: Algoritmos de Escalonamento e Gestão de Tráfego (10h)

Quality of Service in Internet Protocols – J. Roberts (2021)

- FIFO, Round-Robin, Weighted Fair Queueing (WFQ)
- Algoritmos de escalonamento modernos (DRR, SRPT)
- Modelagem matemática e análise de desempenho

Laboratório: Simulação de escalonamento de tráfego com NS-3

Unidade 3: Protocolos Modernos de Transporte e Controle de Congestionamento (10h)

BBR: Congestion-Based Congestion Control – Google Research (2017)

- TCP Reno, NewReno, Cubic e BBR
- QUIC: otimização para baixa latência e segurança
- ECN (Explicit Congestion Notification) e Active Queue Management (AQM)

Laboratório: Implementação de QUIC e BBR usando Mininet

Unidade 4: Redes Definidas por Software (SDN) e QoS (10h)

Software Defined Networking: Design and Deployment – B. Nunes, K. Obraczka (2020)

- Princípios e benefícios de SDN para QoS
- OpenFlow e controle centralizado de tráfego
- Implementação de QoS em SDN usando Open vSwitch

Laboratório: Configuração de QoS em SDN com OpenFlow

Unidade 5: 5G e QoS para Redes Móveis (10h)

5G System Design: Architecture and Protocols – P. Marsch, Ö. Bulakci (2019)

- Arquitetura de redes móveis e QoS em LTE/5G
- Técnicas de slicing de rede para serviços diferenciados
- Integração de SDN e NFV no gerenciamento de QoS

Laboratório: Simulação de tráfego 5G com NS-3

Unidade 6: Redes Orientadas a Conteúdo (ICN) e Distribuição de Conteúdo (10h)

Content Networking: Architecture, Protocols and Practice – M. Hofmann, L. R. Beaumont (2005)

- Redes ICN (Named Data Networking - NDN)
- CDNs modernas e técnicas de cache adaptativo
- Impacto da QoS no desempenho da distribuição de conteúdo

Laboratório: Simulação de redes ICN com Mini-ICN

Unidade 7: Segurança e Resiliência em Redes com QoS (10h)

Network Security and QoS – J. Lu, Y. Liu (2022)

- Ataques a QoS (DDoS, congestionamento malicioso)
- Proteção de serviços críticos
- Blockchain para redes distribuídas e segurança de QoS

Laboratório: Mitigação de ataques DDoS em redes com QoS

Unidade 8: Projeto Final Integrado (10h)

Baseado nas competências adquiridas ao longo do semestre

- Desenvolvimento de um **projeto prático envolvendo implementação e otimização de QoS**
- Aplicação dos conceitos estudados para análise de desempenho em um cenário real

Laboratório: Implementação e defesa do projeto final

10. Metodologia de Trabalho

Aulas teóricas para introdução aos conceitos fundamentais de QoS

Exercícios práticos para reforço da modelagem e simulação de redes

Laboratórios computacionais para experimentação de protocolos modernos

Projetos individuais e em grupo para aplicação prática dos conceitos estudados

11. Critério de Avaliação

- ✓ **40% - Trabalhos práticos e experimentação laboratorial**
 - ✓ **30% - Projeto Final Integrado**
 - ✓ **20% - Participação e atividades complementares**
 - ✓ **10% - Prova escrita/técnica**
-

12. Bibliografia Atualizada

A. Kumar, D. Manjunath, J. Kuri – *Communication Networking: An Analytical Approach*, Morgan Kaufmann (2004)

J. Roberts – *Quality of Service in Internet Protocols*, Elsevier (2021)

Google Research – *BBR: Congestion-Based Congestion Control* (2017)

P. Marsch, Ö. Bulakci – *5G System Design: Architecture and Protocols*, Wiley (2019)

B. Nunes, K. Obraczka – *Software Defined Networking: Design and Deployment*, Springer (2020)

