

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRONICA

U F *m* G



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MINAS GERAIS

ELT091– TURMA TEE

ESTUDOS DIRIGIDOS REDES TCP/IP  
ESTUDO DIRIGIDO EM GRUPO

---

Guilherme Astolfo Rigacci  
Augusto Ribeiro  
Matheus Miranda

20 de maio de 2025

# Estudos dirigidos redes TCP/IP

## Estudo dirigido em grupo

Estudo dirigido 2

Autores:

Guilherme Astolfo Rigacci

Augusto Ribeiro

Matheus Miranda

Prof. Luciano de Errico

20 de maio de 2025

## Conteúdo

# 1 Questões

## 1.1 Questão 1

**Letra A.** O que vem a ser uma "RFC", dentro do contexto de documentação da Internet? Que órgão é responsável por gerenciar estas RFCs? Qual a diferença entre uma RFC tipo "Standards Track" e uma RFC tipo "Experimental"?

**Resp A.** Uma RFC (Request for Comments) é um tipo de publicação formal do IETF (Internet Engineering Task Force), usada para desenvolver e definir padrões da Internet. Elas podem conter especificações técnicas, diretrizes, ou experimentações. O órgão responsável por gerenciar essas RFCs é o próprio IETF, sob supervisão da IAB (Internet Architecture Board).

A diferença entre uma RFC do tipo **Standards Track** e uma do tipo **Experimental** está no propósito: as primeiras seguem um processo formal de padronização e podem se tornar um padrão oficial da Internet, enquanto as experimentais propõem ideias ou tecnologias que ainda não estão maduras o suficiente para padronização.

**Fonte:** RFC Editor – <https://www.rfc-editor.org/about/>, acesso em abr. 2025.

**Letra B.** Obtenha na Internet a RFC 791. Com base no texto desta RFC, detalhe o conteúdo do campo "Type of Service" do cabeçalho do datagrama IP.

**Resp B.** A RFC 791 descreve o protocolo IP. O campo "Type of Service"(ToS) possui 8 bits divididos em:

- 3 bits para prioridade (Precedence)
- 1 bit para minimizar atraso
- 1 bit para maximizar taxa de transferência
- 1 bit para maximizar confiabilidade
- 1 reservado para uso futuro
- 1 não utilizado

O objetivo é fornecer diretrizes para roteadores priorizarem pacotes segundo o tipo de serviço desejado.

**Fonte:** J. Postel. *RFC 791 – Internet Protocol*, setembro de 1981. Disponível em: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc791>

## 1.2 Questão 2

Suponha que uma mensagem TCP contendo 2.048 bytes de dados e 20 bytes de cabeçalho TCP seja passada ao IP para transmissão por duas redes da Internet (ou seja, do host de origem, passando por um roteador até chegar ao host de destino). A primeira rede usa cabeçalhos de 14 bytes e possui uma MTU de 1.024 bytes; a segunda usa cabeçalhos de 8 bytes com uma MTU de 512 bytes. A MTU de cada rede indica o tamanho do maior datagrama IP que pode ser transportado em um pacote daquela rede. Dê os tamanhos e os deslocamentos (offsets) da sequência de fragmentos entregues à camada de rede no host de destino. Considere que todos os cabeçalhos IP sejam de 20 bytes.

**Resp.** Temos 2048 bytes de dados + 20 bytes de cabeçalho TCP = 2068 bytes a serem entregues ao IP.

### Primeira rede:

- MTU = 1024 bytes
- Cabeçalho IP = 20 bytes  $\Rightarrow$  carga útil = 1004 bytes

Fragmentos gerados:

- Fragmento 1: offset 0, 1004 bytes de dados (bytes 0–1003)
- Fragmento 2: offset 1004, 1004 bytes (bytes 1004–2007)
- Fragmento 3: offset 2008, 60 bytes (bytes 2008–2067)

### Segunda rede:

- MTU = 512 bytes
- Cabeçalho IP = 20 bytes  $\Rightarrow$  carga útil = 492 bytes

Fragmentos gerados:

- Fragmento 1: offset 0, 492 bytes
- Fragmento 2: offset 492, 492 bytes
- Fragmento 3: offset 984, 492 bytes
- Fragmento 4: offset 1476, 492 bytes
- Fragmento 5: offset 1968, 100 bytes

Offsets IP são dados em unidades de 8 bytes:

- Fragmento 1: offset 0
- Fragmento 2: offset  $\approx 61$  ( $492 / 8$ )
- Fragmento 3: offset 123
- Fragmento 4: offset 185
- Fragmento 5: offset 246

**Fonte:** KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down*. 7. ed. Pearson, 2018. Seção 3.2.2.

### 1.3 Questão 3

Qual é a largura de banda máxima com a qual um host IP pode enviar pacotes de 576 bytes, sem que o campo "Ident" esgote todos os seus valores dentro de um tempo de 60 segundos? Suponha aqui que os pacotes retardados possam chegar com até 60 segundos de atraso, mas não mais que isso (ou serão descartados). O que aconteceria se essa largura de banda fosse ultrapassada?

**Resp .** O campo "Ident" tem 16 bits, ou seja, 65.536 valores possíveis. Para evitar colisões no intervalo de 60 segundos:

$$\frac{65536 \text{ pacotes}}{60 \text{ s}} \approx 1092.27 \text{ pacotes/s}$$

Multiplicando pelo tamanho dos pacotes (576 bytes):

$$1092.27 \times 576 = 628851.2 \text{ bytes/s} \approx 5.03 \text{ Mbps}$$

**Conclusão:** a largura de banda máxima é cerca de 5 Mbps. Caso ultrapassada, pacotes com mesmo identificador podem ainda estar trafegando, o que causaria reassemblagem incorreta e perda de dados.

**Fonte:** Cálculo próprio baseado em especificações do IPv4 (RFC 791).

## 1.4 Questão 4

Qual foi a motivação principal para a criação de uma nova versão do IP e por que esta nova versão demorou tanto tempo para começar a ser colocada em operação?

**Resp .** A motivação principal do IPv6 foi o esgotamento iminente de endereços IPv4, limitados a 32 bits. O crescimento de dispositivos conectados exigiu uma solução escalável.

A demora na adoção do IPv6 se deve à complexidade da transição, ao custo de atualização de sistemas legados e à ampla adoção de mecanismos paliativos, como NAT, que estenderam a vida útil do IPv4.

**Fonte:** KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down*. 7. ed. Pearson, 2018. Seção 4.1.3.

## 1.5 Questão 5

Quais são as principais características novas que o IPv6 traz em relação ao IPv4?

**Resp .** Principais inovações do IPv6 em relação ao IPv4:

1. Espaço de endereços maior (128 bits)
2. Cabeçalho simplificado
3. Suporte nativo a IPsec
4. Autoconfiguração (stateless)

5. Eliminação da necessidade de NAT

6. Melhor suporte à mobilidade e QoS

**Fonte:** DEERING, S.; HINDEN, R. *RFC 8200 – Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*, julho de 2017. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8200>

## 1.6 Questão 6

Explique brevemente as estratégias de pilha dupla e tunelamento, usadas na transição do IPv4 para o IPv6.

**Resp .**

- **Pilha dupla (dual stack):** Permite que dispositivos operem com IPv4 e IPv6 simultaneamente, selecionando o protocolo com base no destino.
- **Tunelamento (tunneling):** Envia pacotes IPv6 encapsulados em pacotes IPv4, permitindo que trafeguem por redes legadas sem suporte nativo a IPv6.

**Fonte:** KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down*. 7. ed. Pearson, 2018. Seção 4.1.3.