

PTC 3360

I. Redes de comunicação – Parte III

(Kurose, Seções 1.3 e 1.5)

Agosto 2023

Conteúdo

A. O que é a Internet?

B. A borda da rede

- Sistemas finais, redes de acesso, enlaces

C. Núcleo da rede

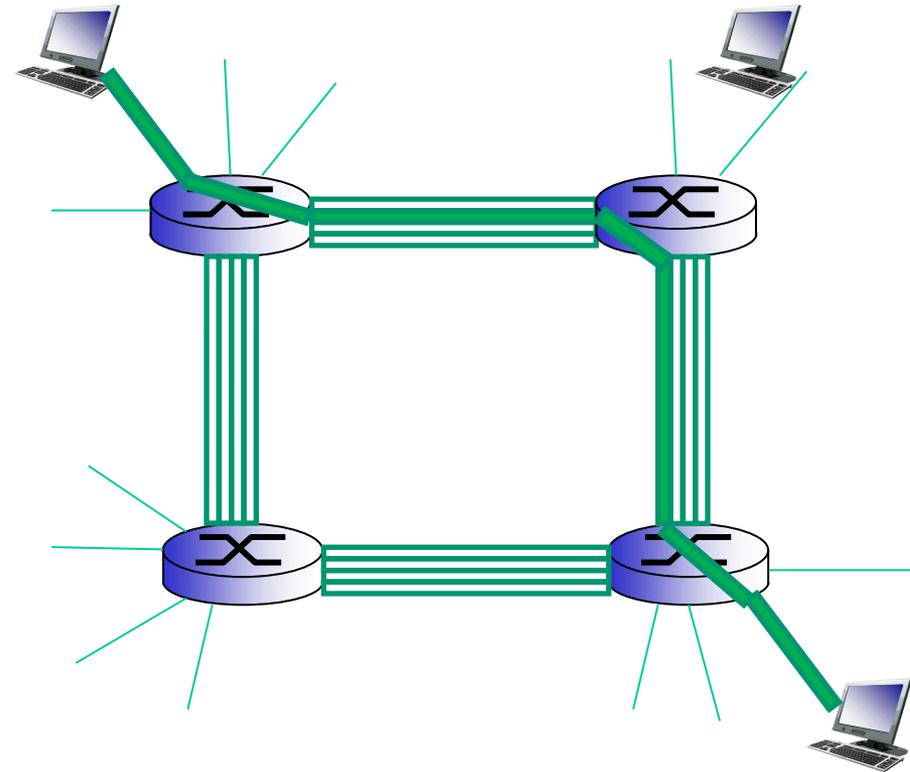
- Comutação de pacotes, estrutura da rede, **comutação de pacotes e comutação de circuitos**

D. Camadas de protocolos, modelos de serviços

Núcleo alternativo: comutação de circuitos

Recursos fim-fim alocados ou reservados para “chamada” entre fonte e destino

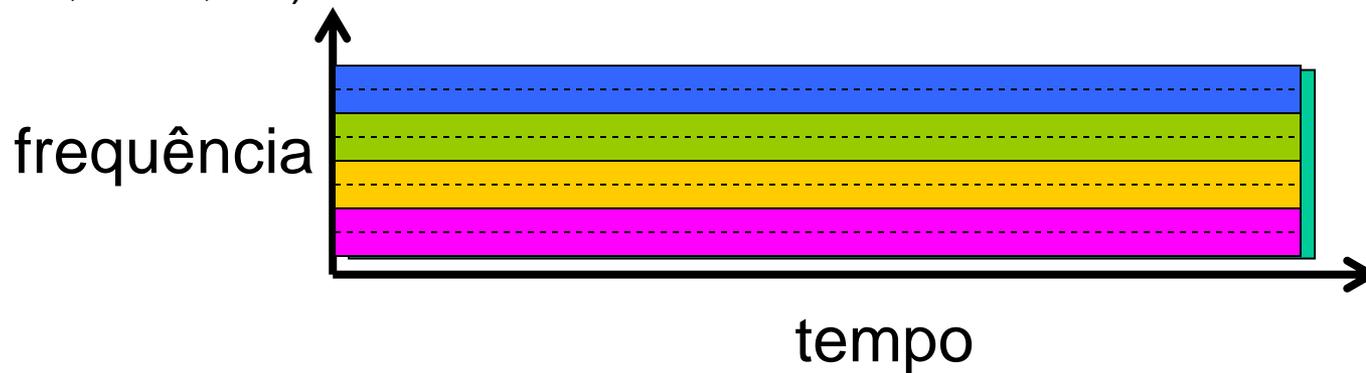
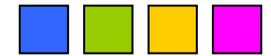
- ❖ No diagrama, cada enlace tem 4 circuitos.
 - chamada ocupa 2º circuito no enlace superior e 1º circuito no enlace da direita.
- ❖ Recursos dedicados: sem compartilhamento
 - desempenho garantido
- ❖ Segmento de circuito inativo desperdiçado se não usado para chamada (*sem compartilhamento*)
- ❖ Comumente usada em redes telefônicas tradicionais



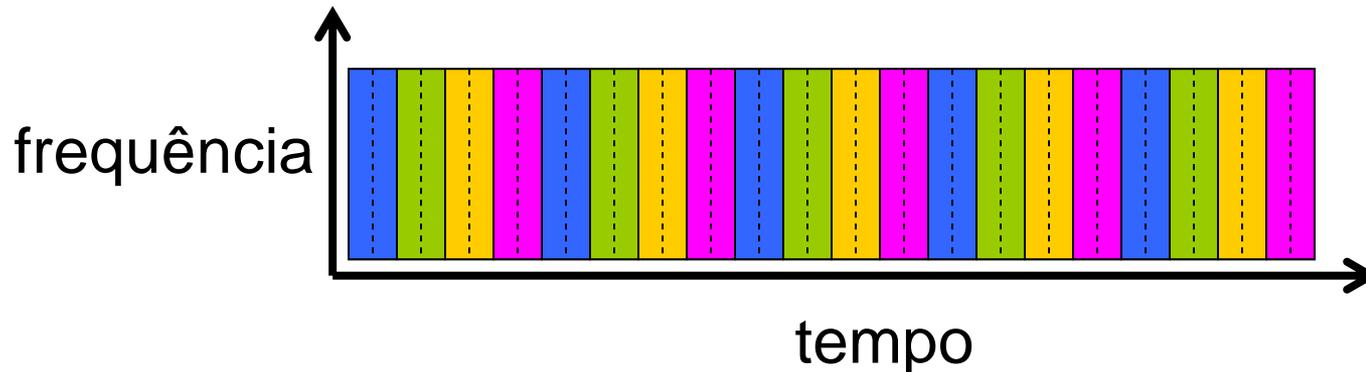
Comutação de circuitos: FDM e TDM

Exemplo: 4 usuários

Multiplexação por divisão na frequência (FDM)
(telefonia, rádio, TV)



Multiplexação por divisão no tempo (TDM) (DOCSIS)



Comutação de pacotes vs. circuitos

Comutação de pacotes permite mais usuários na rede!

Exemplo:

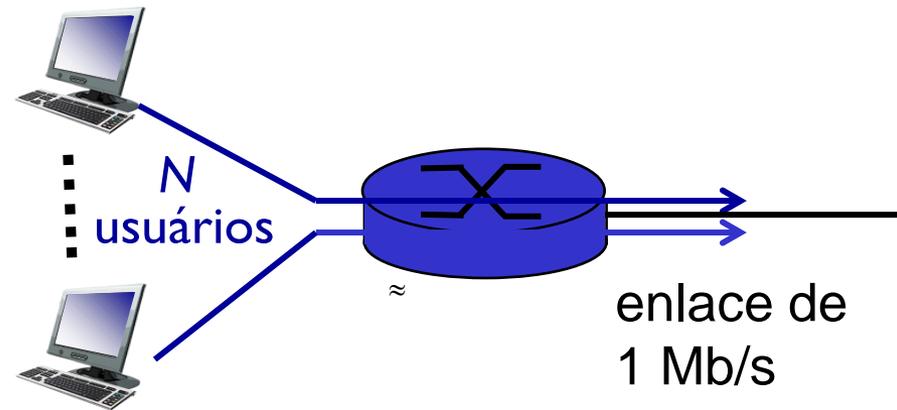
- Enlace de 1 Mb/s
- Cada usuário:
 - 0,1 Mb/s transmite quando ativo
 - Fica ativo 10% do tempo

❖ *Comutação de circuitos:*

- 10 usuários

❖ *Comutação de pacotes:*

- com 35 usuários, probabilidade > 10 ativos ao mesmo tempo é aproximadamente 0,04%



Q: Como chegar ao valor 0,04%? ([Colab](#))

$$1 - \sum_{k=0}^{10} \binom{35}{k} (0,1)^k (0,9)^{35-k}$$

Q: O que acontece se houver mais de 10 usuários ativos?

Comutação de pacotes vs. circuitos

Comutação de pacotes é o vencedor?

- ❖ Bom para dados que não são transmitidos continuamente.
 - Partilhamento melhor de recursos.
 - Mais simples, não necessita configuração prévia do circuito utilizado na transmissão.
- ❖ **Possível congestionamento excessivo:** atraso e perda de pacotes.
 - São necessários protocolos para transferência de dados confiável, controle de congestionamentos
- ❖ **Q: Como prover comportamento de comutação de circuito para comutação de pacotes?**
 - Garantias de taxas necessárias para apps de áudio/vídeo
 - Ainda um problema não resolvido

Analogia humana: reserva em restaurantes...

Conteúdo

A. O que é a Internet?

B. A borda da rede

- Sistemas finais, redes de acesso, enlaces

C. Núcleo da rede

- Comutação de pacotes, estrutura da rede, comutação de pacotes vs. de circuitos

D. Camadas de protocolos, modelos de serviços

“Camadas” de protocolos

*Redes de comunicação são complicadas,
com muitos elementos:*

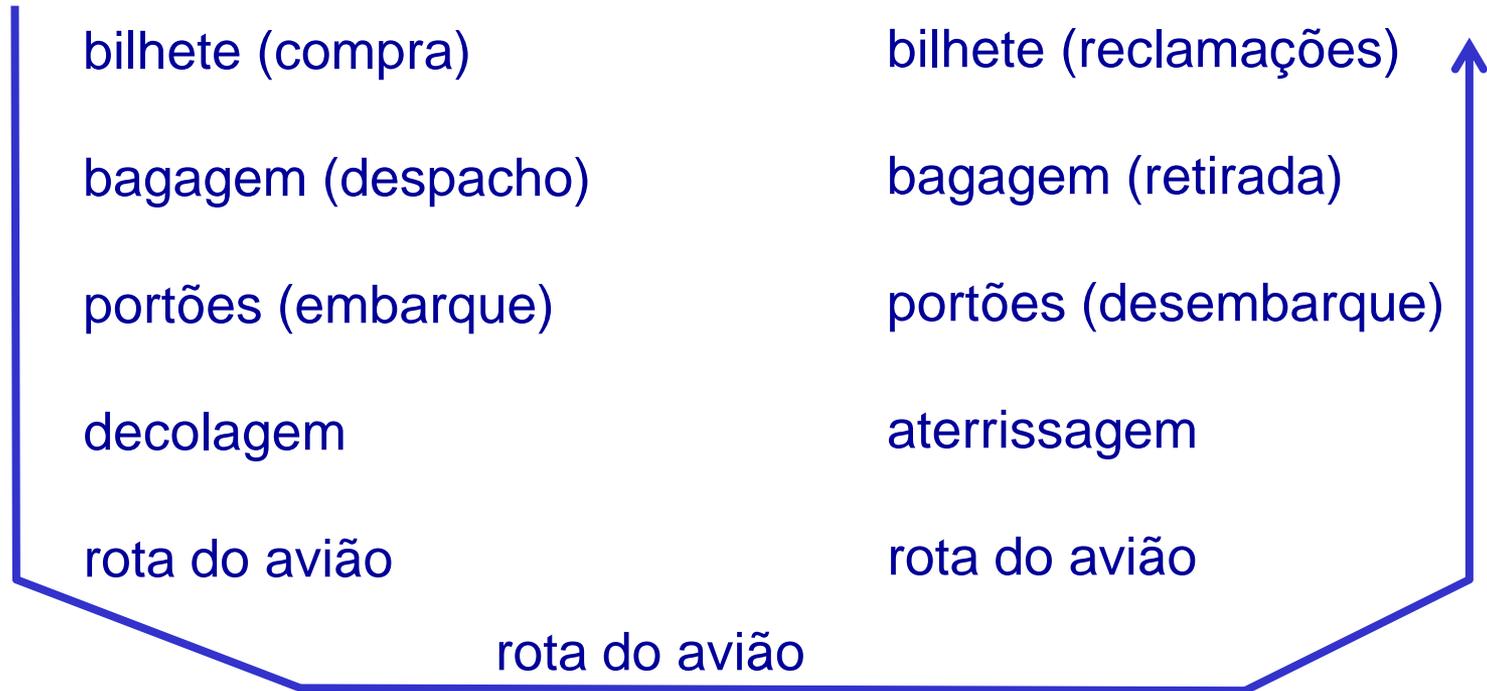
- *hosts*
- roteadores
- enlaces de vários meios
- aplicações
- protocolos
- *hardware, software*
- ...

Questão:

Existe alguma esperança
de *organizar* a estrutura
da rede?

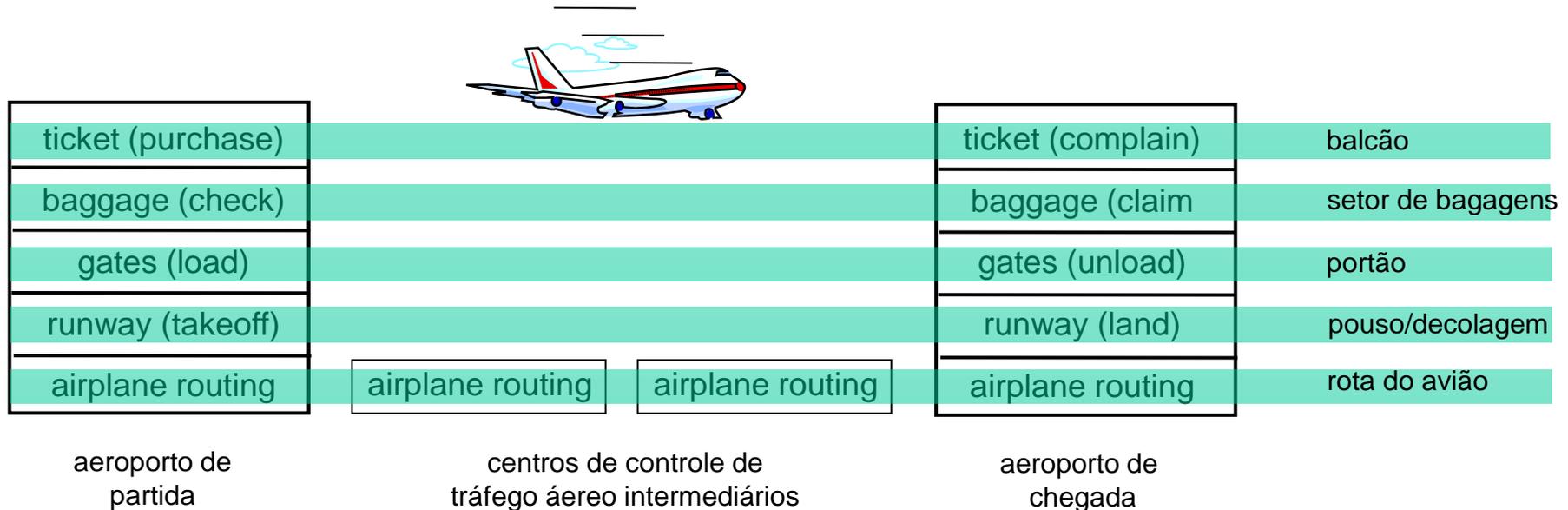
.... ou pelo menos nossa
discussão de redes?

Organização de uma viagem aérea



❖ Série de passos

Distribuição em camadas da funcionalidade



Camadas: cada camada implementa um serviço

- via suas próprias ações internas à camada
- contando com serviços providos pela camada inferior

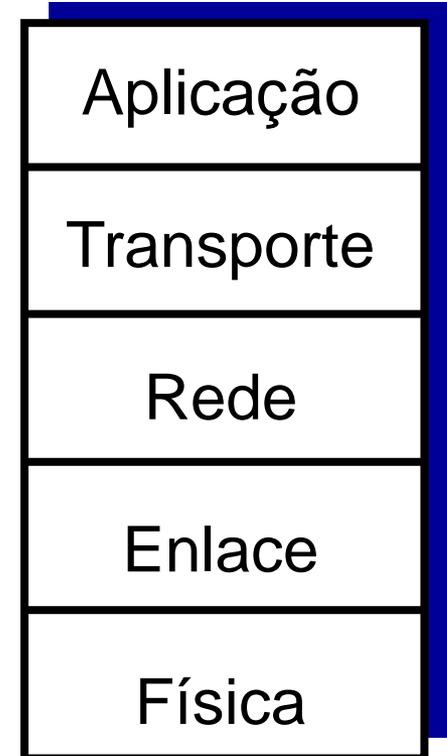
Por que camadas?

Lidando com sistemas complicados:

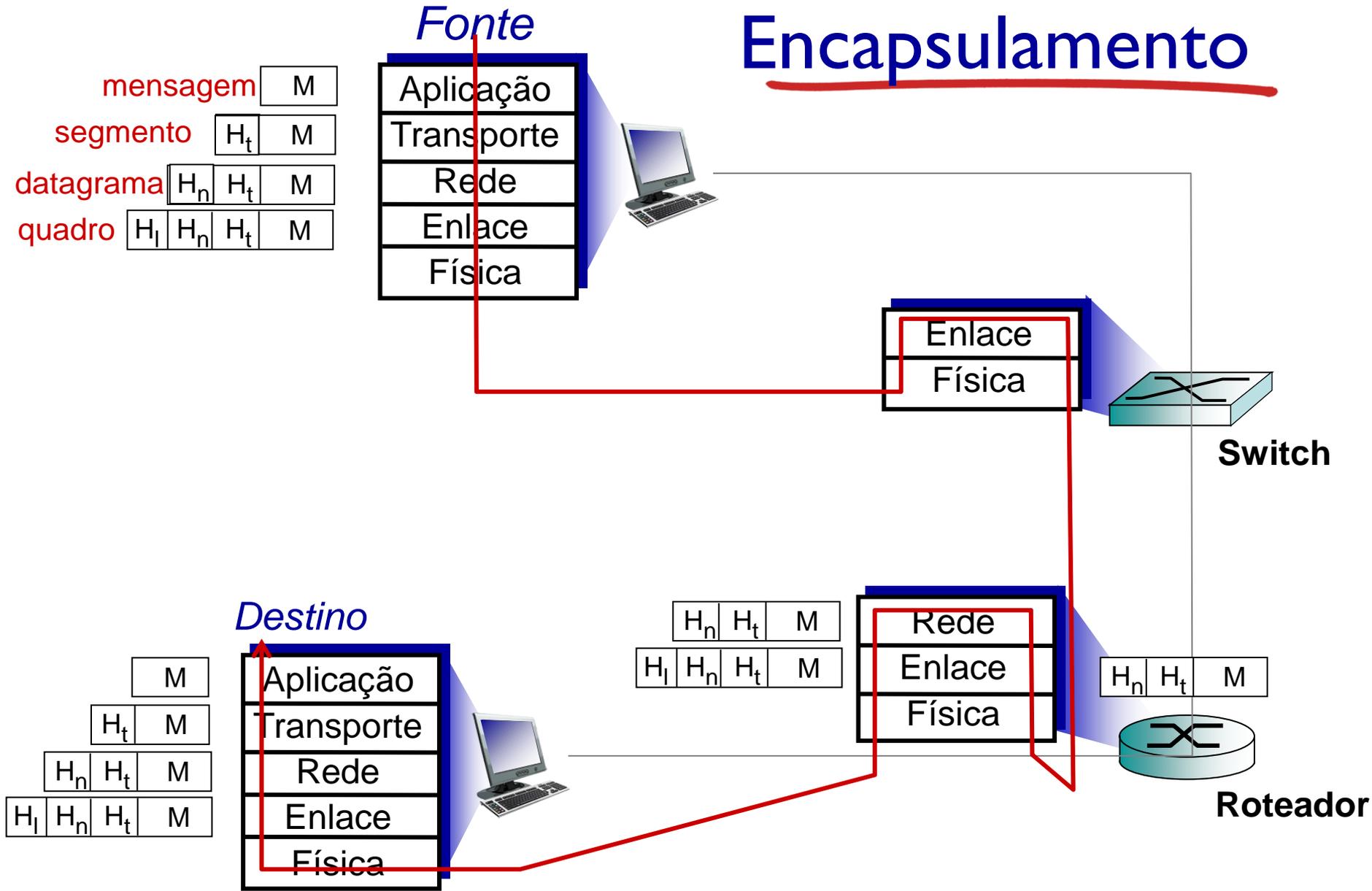
- ❖ Estrutura explícita permite identificação das relações entre as partes do sistema complicado
 - *Modelo de referência* em camadas para discussão (todos os especialistas sabem sobre qual parte se está falando)
- ❖ Modularização facilita manutenção e atualização do sistema
 - Mudança de implementação do serviço em uma camada é transparente para o resto do serviço
 - Por exemplo, mudar o procedimento de embarque/desembarque não afeta o resto do sistema

Pilha de protocolos Internet

- ❖ **Aplicação:** contendo aplicativos de rede que geram mensagens
 - HTTP, SMTP, Skype, DNS, ...
- ❖ **Transporte:** transferência de segmentos aplicativo-aplicativo
 - TCP e UDP [QUIC...]
- ❖ **Rede:** roteamento de datagramas da fonte ao destino
 - IP, protocolos de roteamento
- ❖ **Enlace:** transferência de quadros entre elementos vizinhos na rede
 - Ethernet, WiFi, DOCSIS, ...
- ❖ **Física:** transmissão física dos bits; depende do meio de transmissão



Encapsulamento



2) Uma mensagem M é encapsulada pelos protocolos UDP, IP e Ethernet, nessa ordem, conforme desce na pilha de protocolos. Como a mensagem se parece quando observada “no fio” do enlace Ethernet? Use U para representar o cabeçalho UDP e de forma similar I para IP, E para Ethernet e M para representar a mensagem. Escreva as partes na ordem em que elas são transmitidas “no fio”, isto é, a primeira parte transmitida vem mais a esquerda.

- (a) I U M.
- (b) M U I E.
- (c) E I U M.
- (d) U I E M.
- (e) M E I U.

(c). O encapsulamento adiciona externamente os cabeçalhos das camada inferior, o que significa que eles são enviados ”no fio” em primeiro lugar e aparecem mais à esquerda. O enlace Ethernet carrega o cabeçalho Ethernet primeiro.