

PTC 2550 – 1º semestre 2017

# Redes de Comunicação de Dados e Transporte Multimídia

Prof. Marcio Eisencraft  
([marcio@lcs.poli.usp.br](mailto:marcio@lcs.poli.usp.br))

# PTC 2550 - Aula 01

- I. Revisão: internet e suas camadas – Camadas superiores
  - I.I Revisão: internet e suas camadas

(Kurose, p. 1-50)

(Peterson, p. 1-15)

08/03/2017

# A. O que é a Internet?

---

2 formas de responder essa pergunta:

i ) Conjunto de *hardware* e *software*

ii) Infraestrutura de serviços

# O que é a Internet: i) *hardware* e *software*



❖ Bilhões de dispositivos computacionais conectados (28.4 bilhões – 2017)

- *hospedeiros (hosts)* = *sistemas finais*
- rodam aplicativos (*apps*) de rede

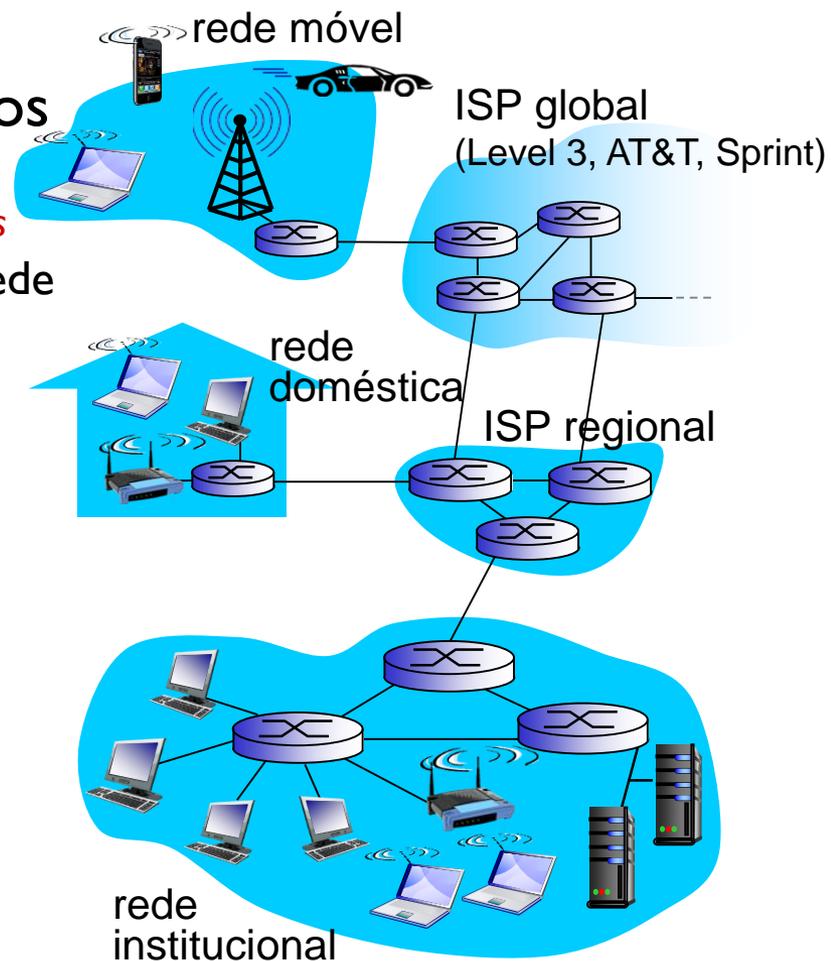
❖ *enlaces de comunicação*

- fibra, cobre, radio, satélite
- diversas taxas de transmissão: *bits/segundo*



❖ *Comutadores de pacotes*: encaminham pacotes (conjuntos de dados)

- *roteadores* e *switches*

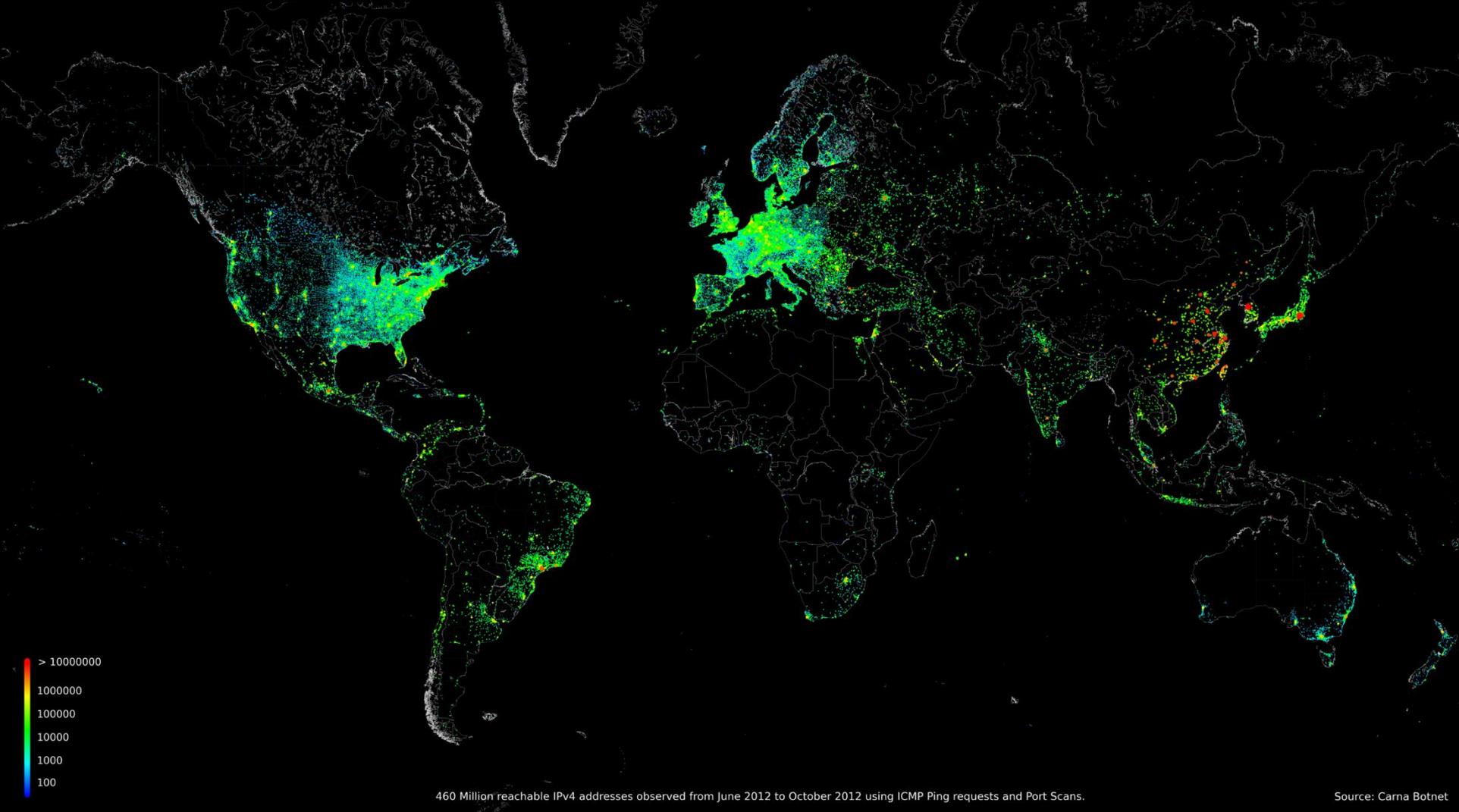




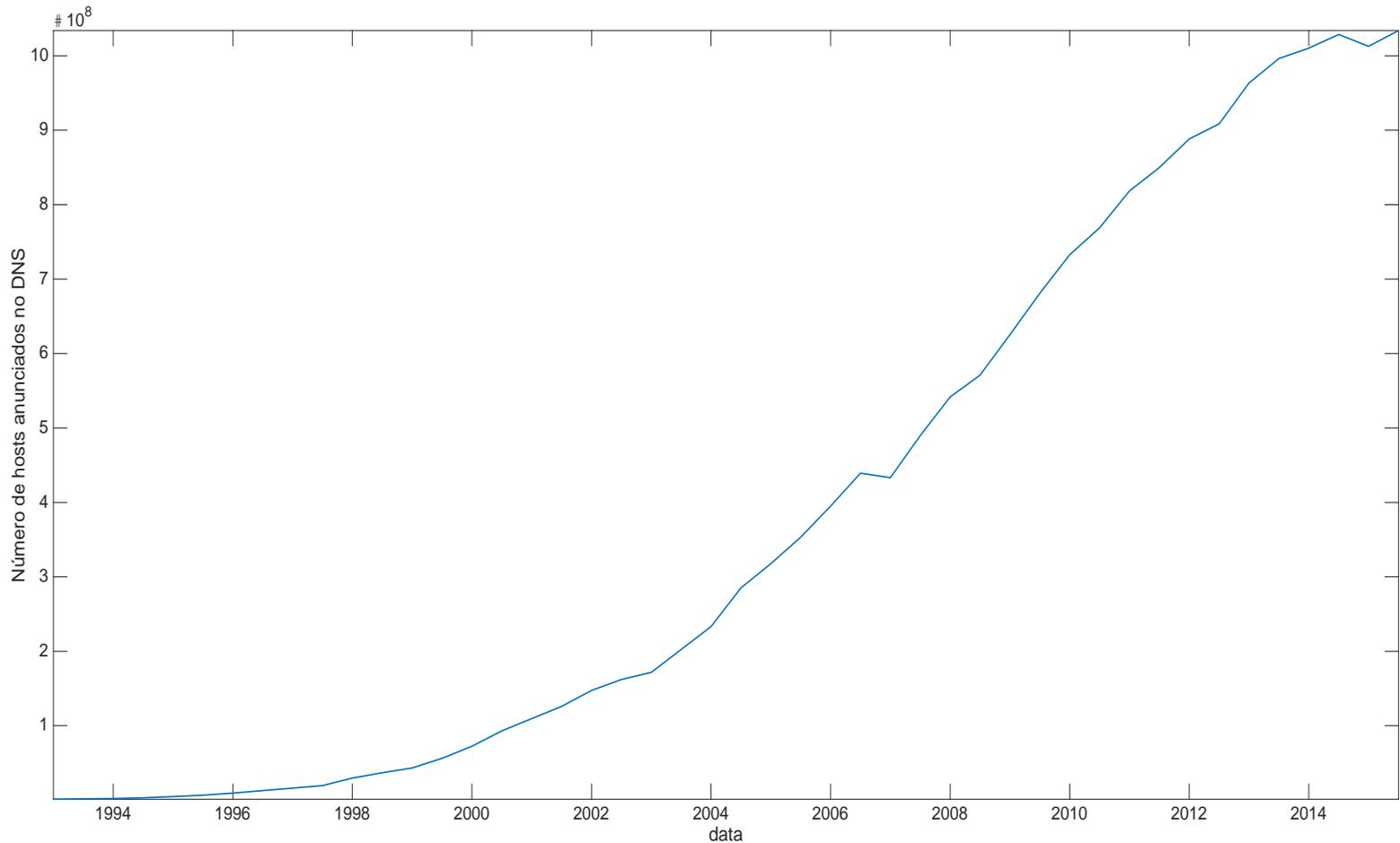
Torre celular com diversos tipos de antena



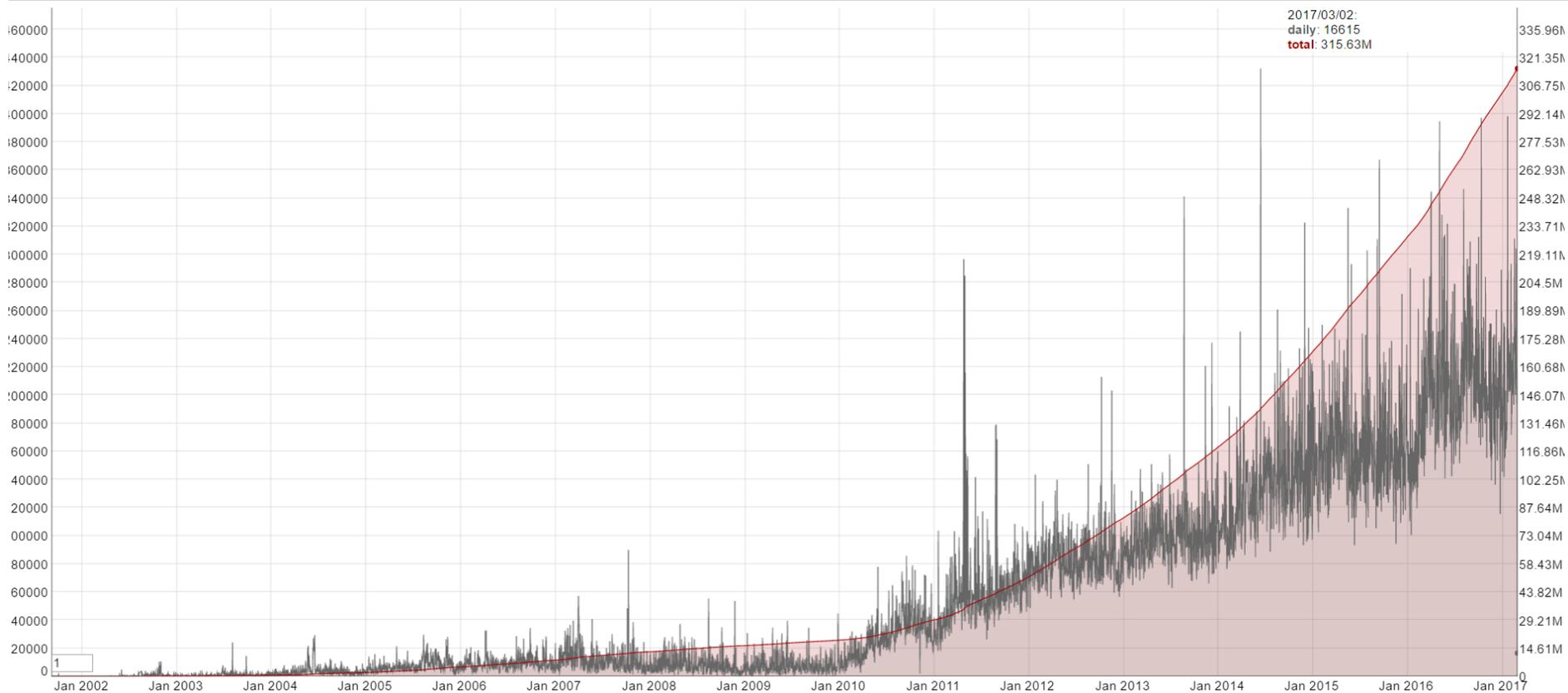
[Interior de um container de 12 m da Microsoft, data center de Chicago](#)



- Tráfego de 59.8 exabytes (bilhões de Gbytes) por mês (2014)
- **Triplicará até 2020!**
- [http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni\\_forecast\\_highlights/index.html](http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.html)



- Em 2014 passamos de 1 bilhão de *hosts* endereçáveis
- Fonte: Internet Systems Consortium
- <https://ftp.isc.org/www/survey/reports/current/>



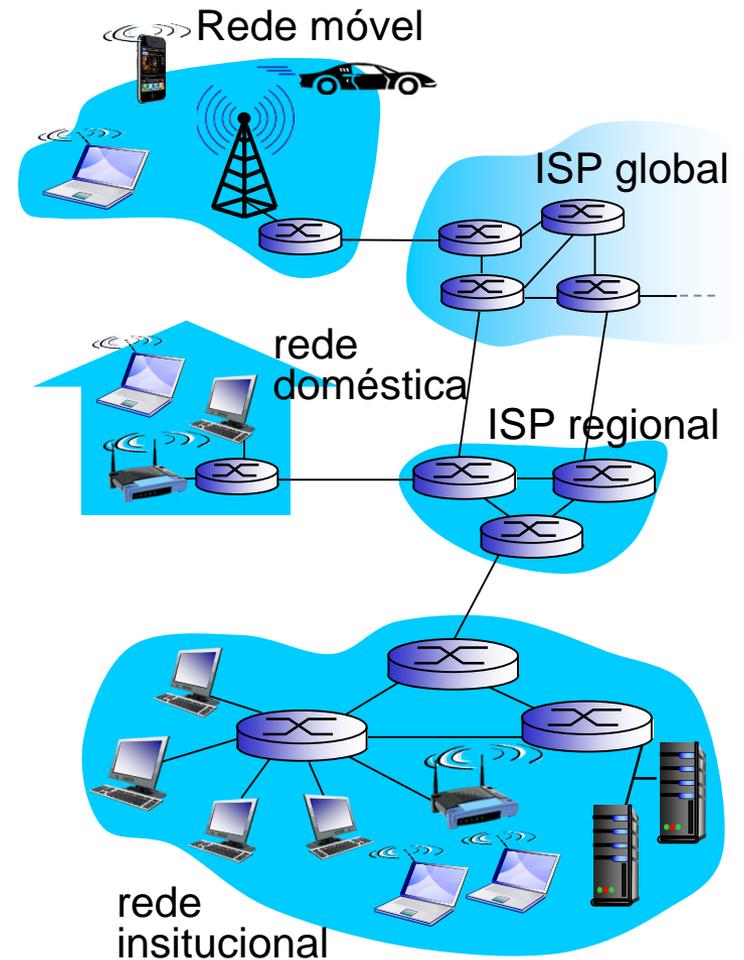
- Em **02/03/2017**:
  - 318 919 137 de redes Wi-Fi no mundo
  - 7 371 136 torres de celular
- <https://wigo.net/>

# Como abordar um sistema tão complicado?

- ❖ *Dado que as redes de comunicação (Internet, por exemplo) são tão complexas, como estudar e entender seu funcionamento???*
- ❖ *Resposta:* Vamos focar em princípios e estrutura básicos – fundamentos para entender a Internet não só de hoje mas a do futuro também
- ❖ Usar sistemas reais como exemplo sempre que possível, sem perder de vista conceitos mais gerais
- ❖ Disciplina muito interessante e extremamente útil para o futuro profissional!

# O que é a Internet: i) *hardware* e *software*

- ❖ **Internet: “rede de redes”**
  - ISPs interconectados
- ❖ **protocolos** controlam envio, recebimento de mensagens
  - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11
- ❖ **padrões Internet**
  - IETF: **Internet Engineering Task Force**
    - RFC: Request for comments
    - 8 103 em 02/03/2017
    - <http://www.ietf.org/rfc.html>
  - IEEE (principalmente enlaces)
    - Exemplo: **IEEE 802 Standards Committee – Ethernet e WiFi**
    - <http://www.ieee802.org/>



# O que é um protocolo?

## *protocolos humanos:*

- ❖ Para iniciar conversaçoão: “oi”
- ❖ Esperar por resposta para fazer pergunta
- ❖ Levantar a mão para fazer uma pergunta na aula

... mensagens específicas enviadas

... ações específicas tomadas quando mensagens são recebidas, ou outros eventos

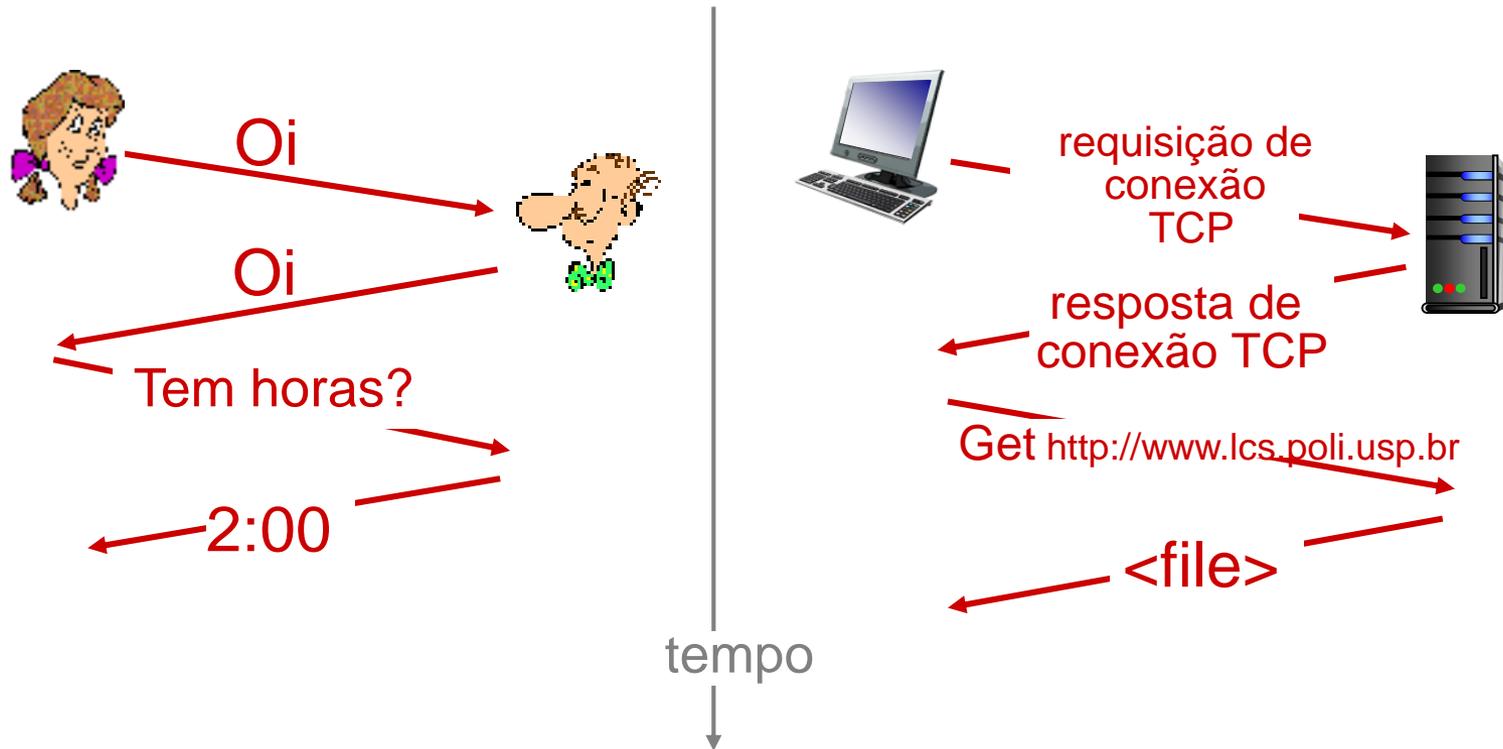
## *protocolos de rede:*

- ❖ máquinas ao invés de humanos
- ❖ todas atividade de comunicação na Internet é governada por protocolos!

*protocolos definem formato e ordem das mensagens enviadas e recebidas entre entidades da rede e ações tomadas quando da transmissão e recepção de mensagens*

# O que é um protocolo?

um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores



*Dominar a área de Redes de Computadores é equivalente a entender o que, porquê e como dos protocolos de rede!*

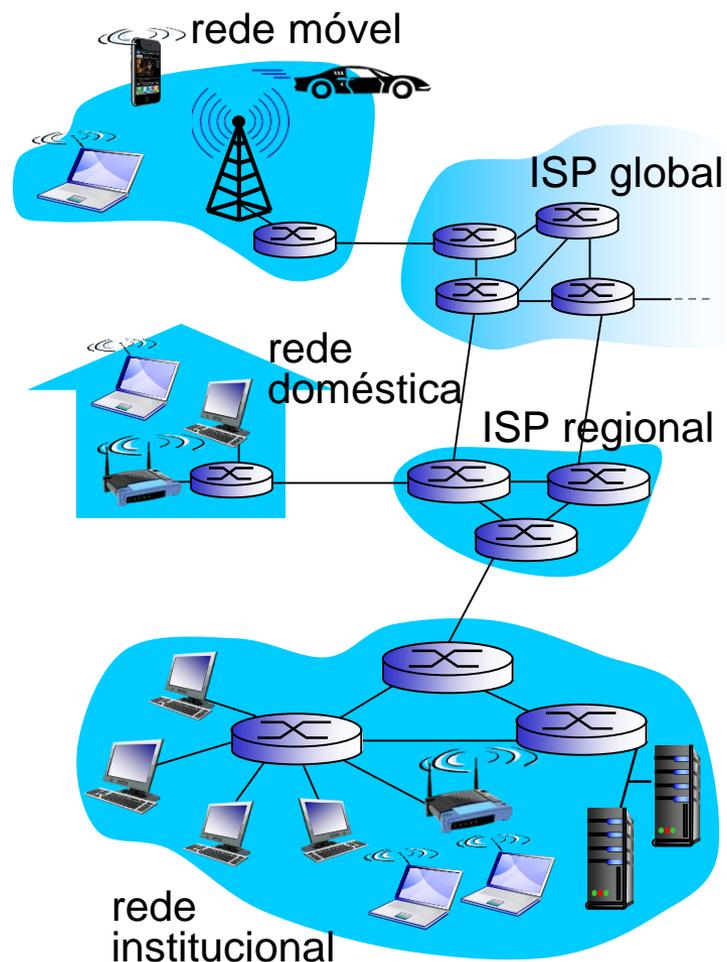
# O que é a Internet: ii) serviços

## ❖ *Infraestrutura que provê serviços a aplicativos (apps) que rodam em sistemas finais:*

- Web, VoIP, email, jogos, e-commerce, redes sociais, ...

## ❖ *provê interface de programação para apps (API)*

- regras que permitem apps enviar e receber dados
- Equivalente a enviar uma carta pelo correio
- provê opções de serviço, de forma análoga ao serviço postal



# Uma segunda olhada na estrutura da rede:

## ❖ *borda da rede:*

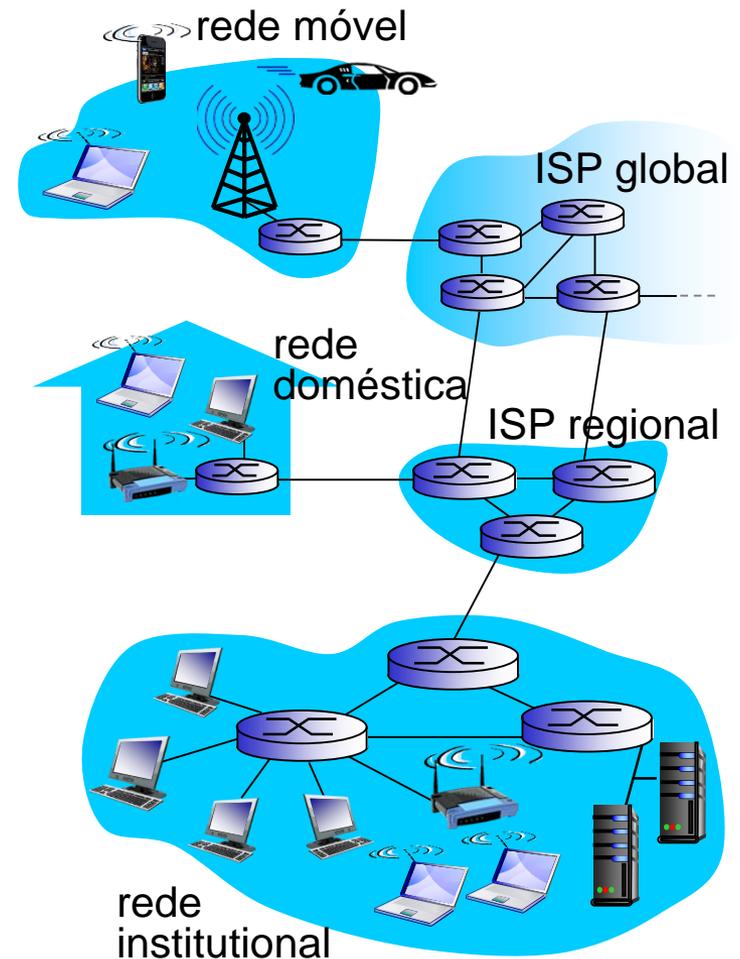
- *hosts*: clientes e servidores
- servidores muitas vezes em *data centers*
- Google – *data centers* com  $10^5$  servidores

## ❖ *redes de acesso:*

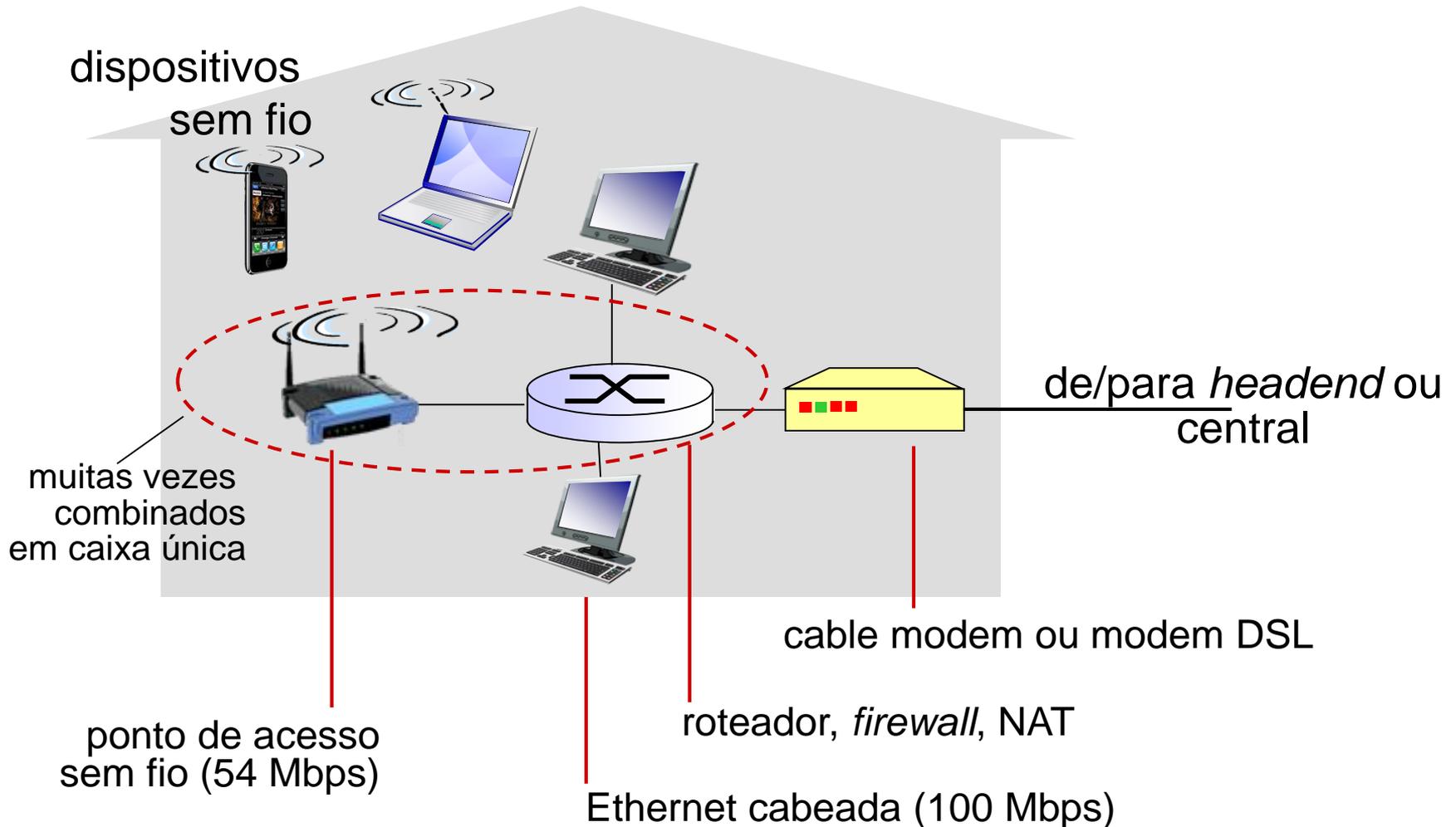
- rede que fisicamente conecta um *host* ao primeiro roteador (roteador de borda)
- enlaces cabeados, sem fio

## ❖ *núcleo da rede:*

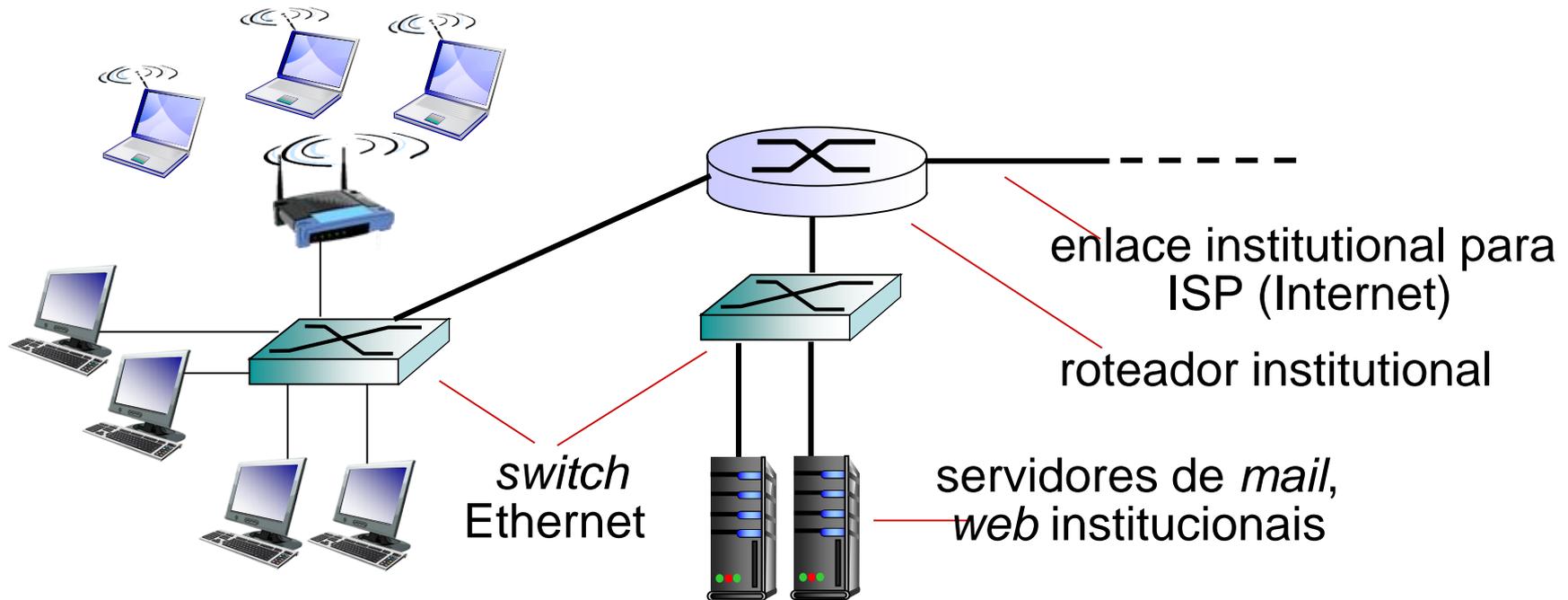
- roteadores interconectados
- rede de redes



# Rede de acesso: rede doméstica



# Redes de acesso institucional (Ethernet)



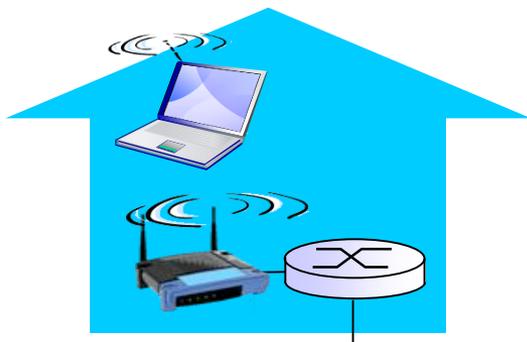
- ❖ tipicamente usadas em empresas, universidades, etc
- ❖ taxas de transmissão de 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps
- ❖ atualmente, sistemas finais tipicamente conectam-se em *switch* Ethernet

# Redes de acesso sem fio

- ❖ rede de acesso *sem fio* compartilhado conecta sistema final a roteador
  - via estação base também chamada de “ponto de acesso”

## *LANs sem fio:*

- dentro de edificação (30 m)
- 802.11b/g/n (WiFi): taxa de transmissão de 11, 54, 600 Mbps



*para a Internet*

## *acesso sem fio em grandes áreas*

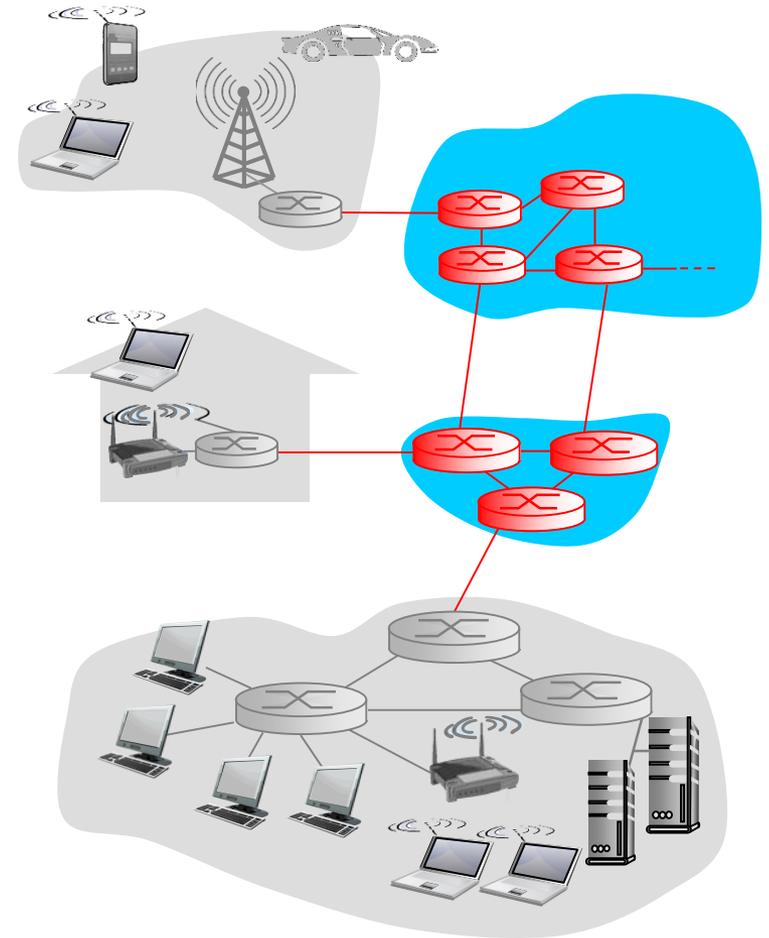
- fornecida por operadora de telecom (celular), 10' s km
- entre 1 e mais de 50 Mbps
- 3G, 4G: LTE



*para a Internet*

# O núcleo da rede

- ❖ malha de roteadores interconectados
- ❖ **comutação de pacotes:** *hosts* quebram mensagens da camada de aplicação em *pacotes*
  - pacotes enviados de um roteador ao próximo, através de enlaces no caminho entre fonte e destino
  - cada pacote transmitido usando a capacidade total do enlace

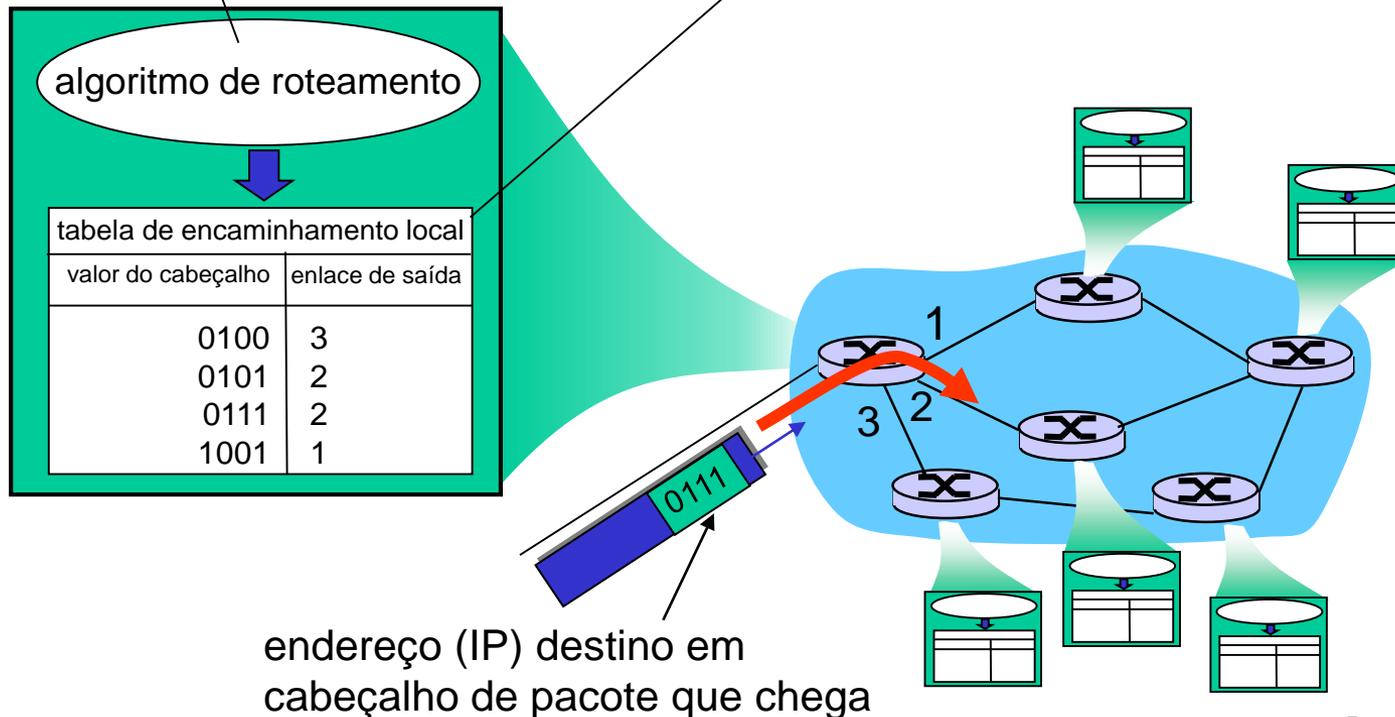


# Duas funções chaves do núcleo da rede

**roteamento:** determina a rota fonte-destino tomada pelos pacotes

- *algoritmos de roteamento*

**encaminhamento:** move pacotes de entrada do roteador para a saída apropriada



# “Camadas” de protocolos

*Redes são complexas, com muitos “pedaços”:*

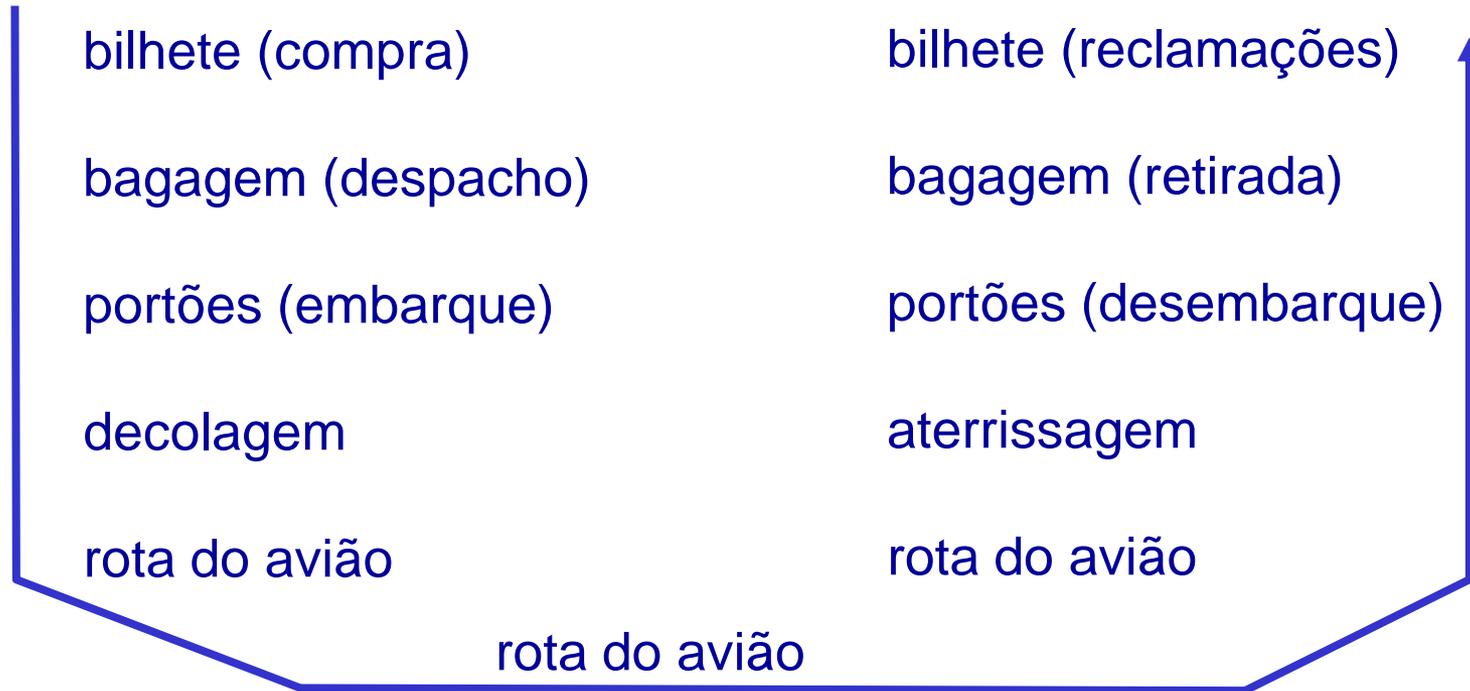
- *hosts*
- roteadores
- enlaces de vários meios
- aplicações
- protocolos
- *hardware, software*

*Questão:*

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

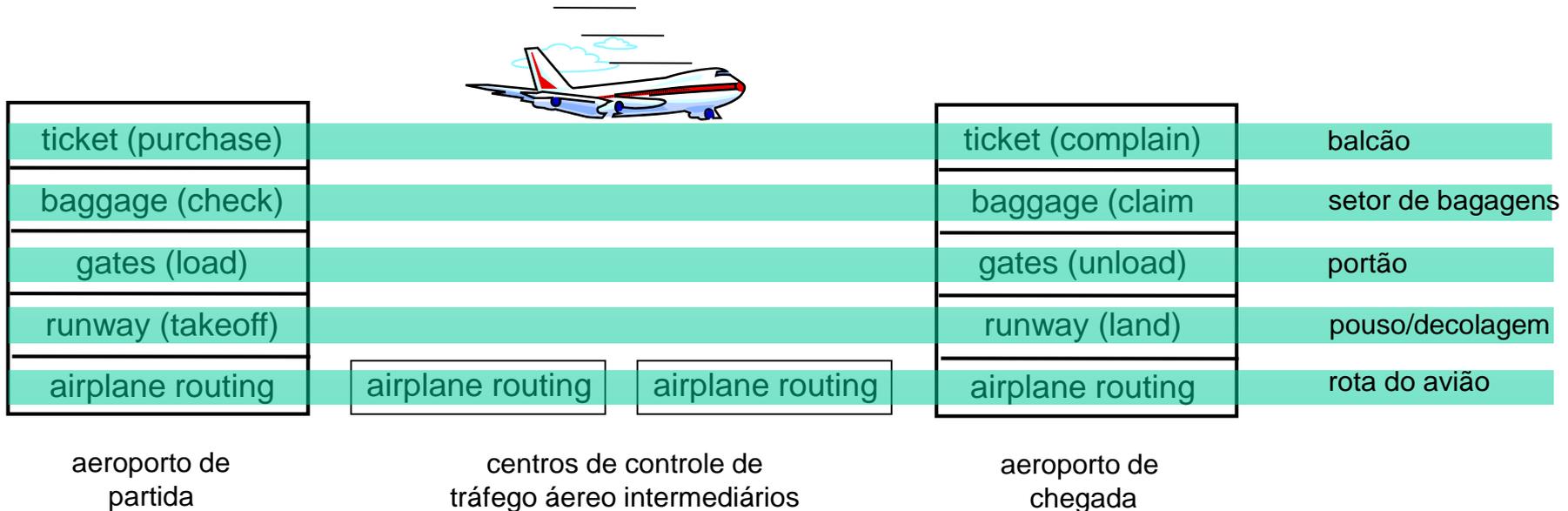
.... ou pelo menos nossa discussão de redes?

# 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

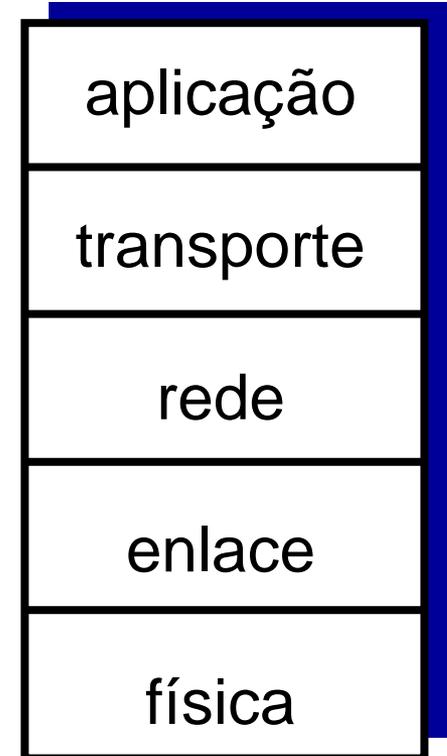
# Por que camadas?

lidando com sistemas complexos:

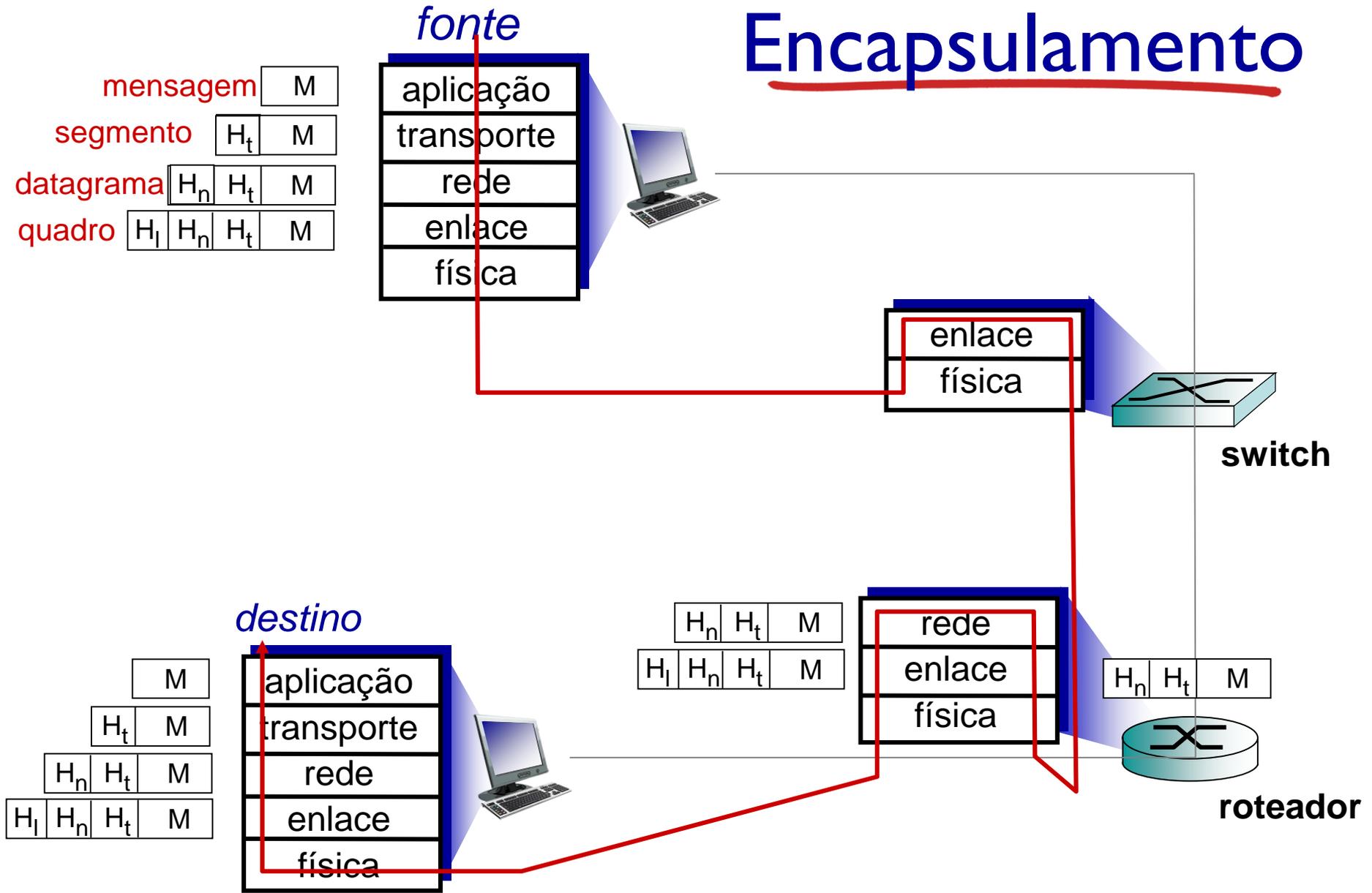
- ❖ estrutura explícita permite identificação das relações entre as partes do sistema complexo
  - *modelo de referência* em camadas para discussão
- ❖ modularização facilita manutenção e atualização do sistema
  - mudança de implementação do serviço em uma camada é transparente para o resto do serviço
  - e.g., mudar o procedimento de embarque/desembarque não afeta o resto do sistema
- ❖ arrumar em camadas pode ser ruim?

# Pilha de protocolos Internet

- ❖ **aplicação**: contendo aplicativos de rede que geram **mensagens**
  - FTP, SMTP, HTTP, DNS, ...
- ❖ **transporte**: transferência de **segmentos** processo-processo
  - TCP e UDP
- ❖ **rede**: roteamento de **datagramas** da fonte ao destino
  - IP, protocolos de roteamento
- ❖ **enlace**: transferência de **quadros** entre elementos vizinhos na rede
  - Ethernet, 802.11 (WiFi), DOCSIS, ...
- ❖ **física**: transmissão física dos **bits**; depende do meio de transmissão;  
 *cursos de Telecom.*



# Encapsulamento



# Segurança de rede

## ❖ área de segurança de rede:

- como pessoas mal-intencionadas podem atacar redes de computadores
- como podemos defender redes contra ataques
- como criar arquiteturas que são imunes a ataques
- Tópico central na área de redes de computadores!

## ❖ Internet não foi projetada originalmente com (muita) segurança em mente

- *visão original*: “um grupo de usuários que confiam mutuamente ligados a uma rede transparente” 😊
- Projetistas de protocolos Internet apostando corrida com *hackers*
- considerações de segurança em todas as camadas!

# Bad guys: colocar *malware* em *hosts* via Internet

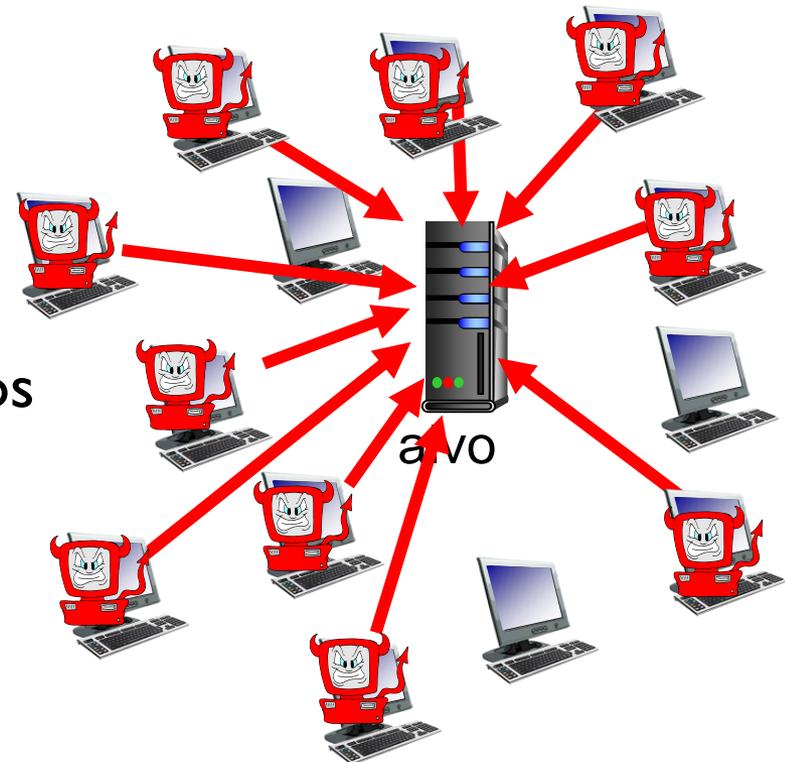
- ❖ *malware* pode chegar a *host* a partir de:
  - *virus*: infecção autoreplicante pela recepção/execução de um objeto (e.g., anexo de *e-mail*)
  - *worm*: infecção autoreplicante devido a receber passivamente um objeto que se autoexecuta
- ❖ *spyware malware* pode gravar toques de teclado, visitas a *web sites*, *fazer upload* de infos para *site* coletor
- ❖ *host* infectado pode ser aliciado em *botnet*, usado para *spam* e ataques DDoS

# Bad guys: ataque a servidor, estrutura de rede

**Distributed Denial of Service (DDoS):** atacantes fazem recursos (servidor, largura de banda) indisponível para tráfego legítimo esgotando os recursos com tráfego falso

1. seleciona um alvo
2. invade *hosts* na rede (veja *botnet*)
3. envia pacotes para o alvo a partir de *hosts* comprometidos

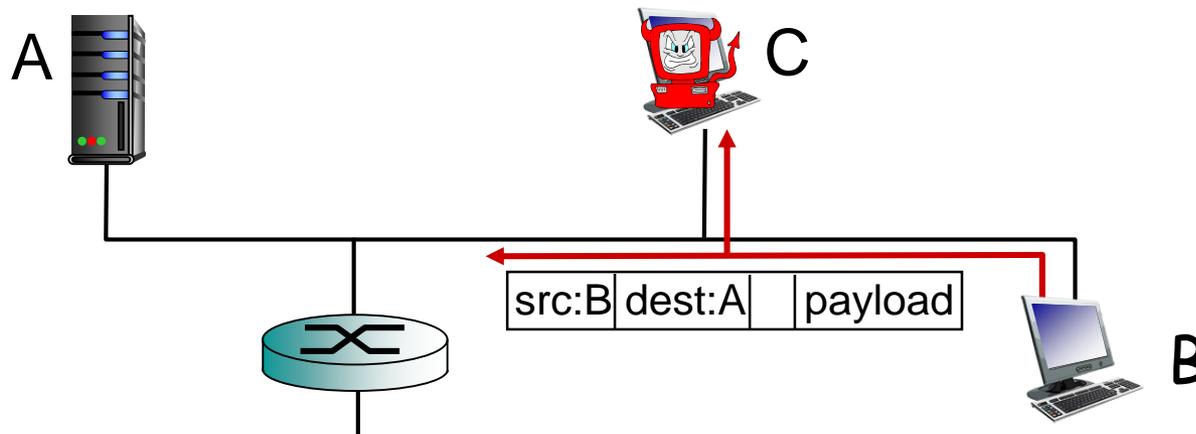
Milhares por ano!



# Bad guys podem farejar pacotes

## “farejando” pacotes:

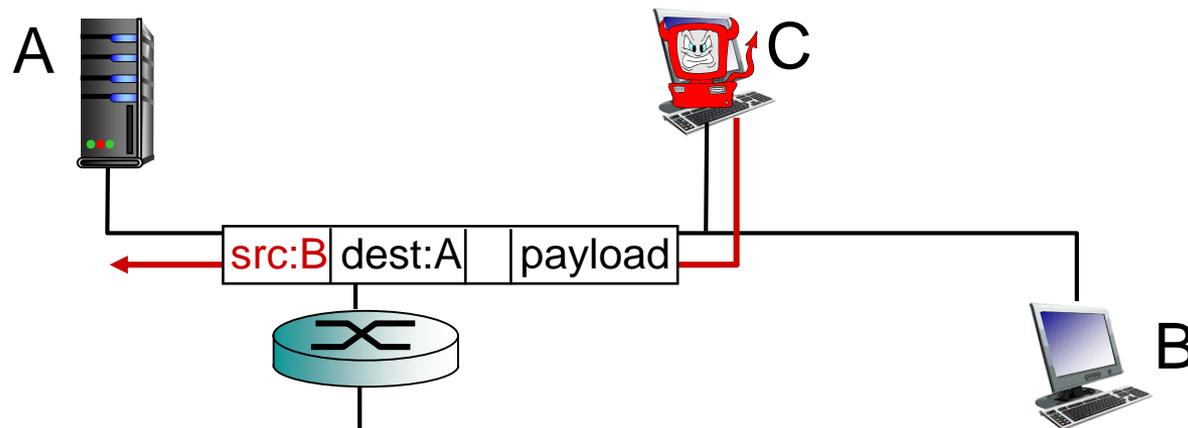
- meio *broadcast* (ethernet compartilhada, sem fio)
- interface de rede comprometida lê/grava todos os pacotes (e.g., incluindo senhas!) passando



- ❖ programa *Wireshark* usado em EP é um farejador de pacotes (*packet-sniffer*) (gratuito)

# Bad guys podem falsificar endereço

*IP enganoso:* enviar pacote com falso endereço de fonte



*Ao longo do curso, vamos sempre voltar a essas questões*