

PTC 3450 – 1º semestre 2017

## Redes de Comunicação

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

# PTC 3450 - Aula 01

## I. Introdução às redes e à Internet

### I.1 O que é a Internet?

### I.2 A periferia da Internet

(Kurose, p. 1-14)

(Peterson, p. 1-15)

07/03/2017

# Capítulo I: Introdução

## Objetivos:

- ❖ Entender a terminologia da área de redes de comunicações
- ❖ Ressaltar a relevância do conteúdo da disciplina
- ❖ Entendimento básico da infraestrutura de comunicações atual
- ❖ Abordagem:
  - usar a Internet como exemplo

## Visão geral:

- ❖ O que é a Internet?
- ❖ O que é um protocolo?
- ❖ Periferia da rede: *hosts*, acesso a rede, meio físico
- ❖ Núcleo da rede: comutação por pacote e por circuito, estrutura da Internet

## Conceitos básicos

- ❖ Desempenho: perdas, atraso, vazão
- ❖ Camadas de protocolos, modelos de serviço

# Capítulo 1: Conteúdo

## 1.1 O que é a Internet?

## 1.2 A periferia da rede

- sistemas finais, redes de acesso, enlaces

## 1.3 Núcleo da rede

- Comutação de pacotes, chaveamento de circuitos, estrutura da rede

## 1.4 Atraso, perdas, vazão em redes

## 1.5 Camadas de protocolos, modelos de serviços

## 1.6 Redes sob ataque: segurança

## 1.7 História

# 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

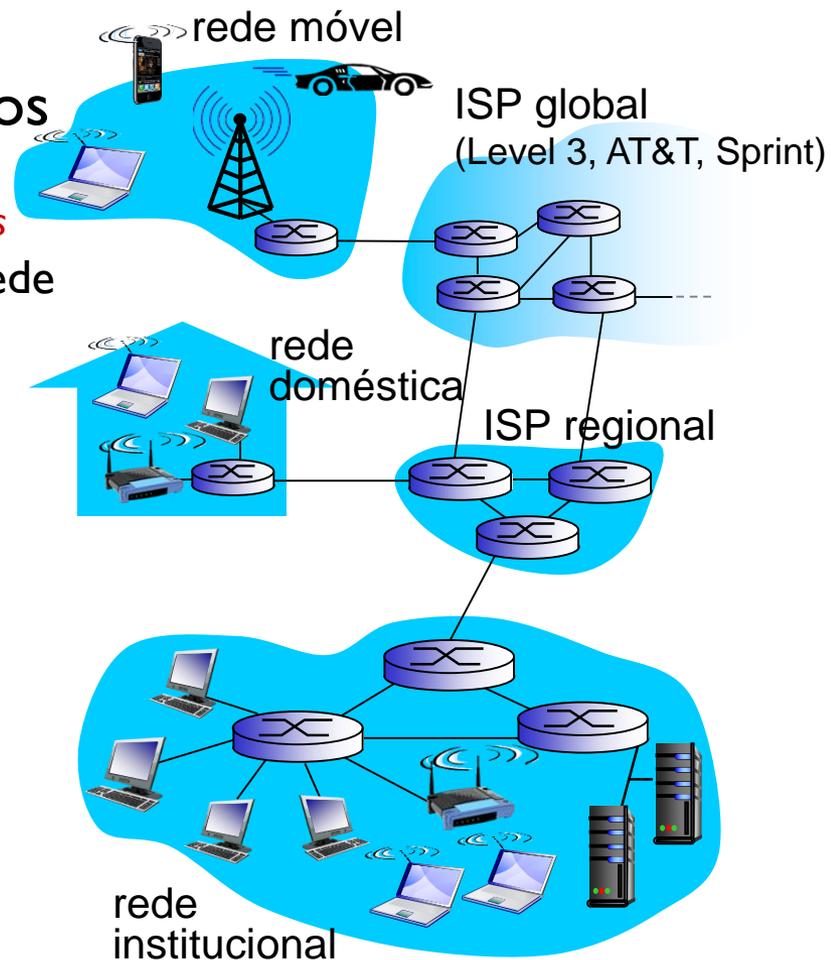
❖ *enlaces de comunicação*

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



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

- *roteadores* e *switches*

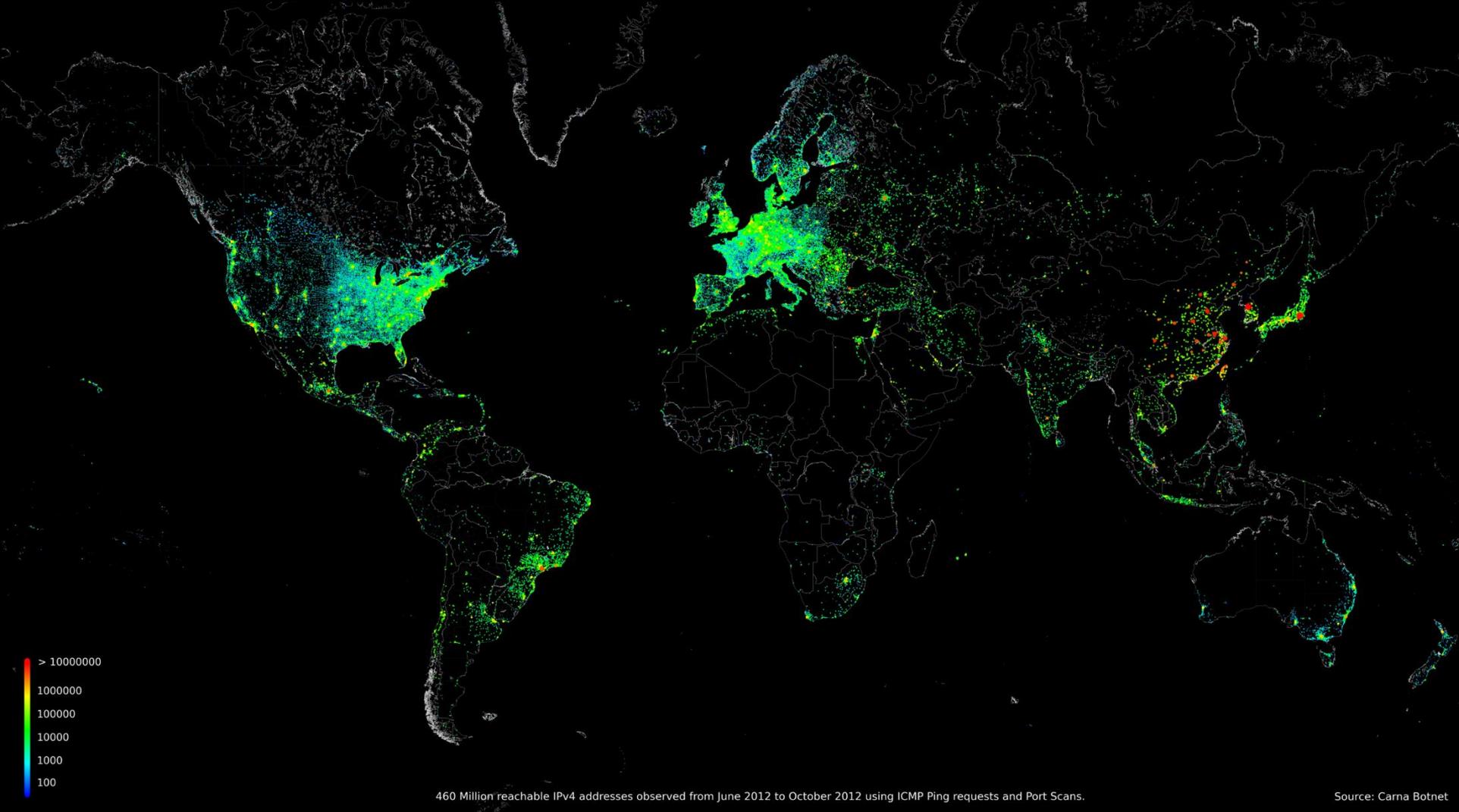




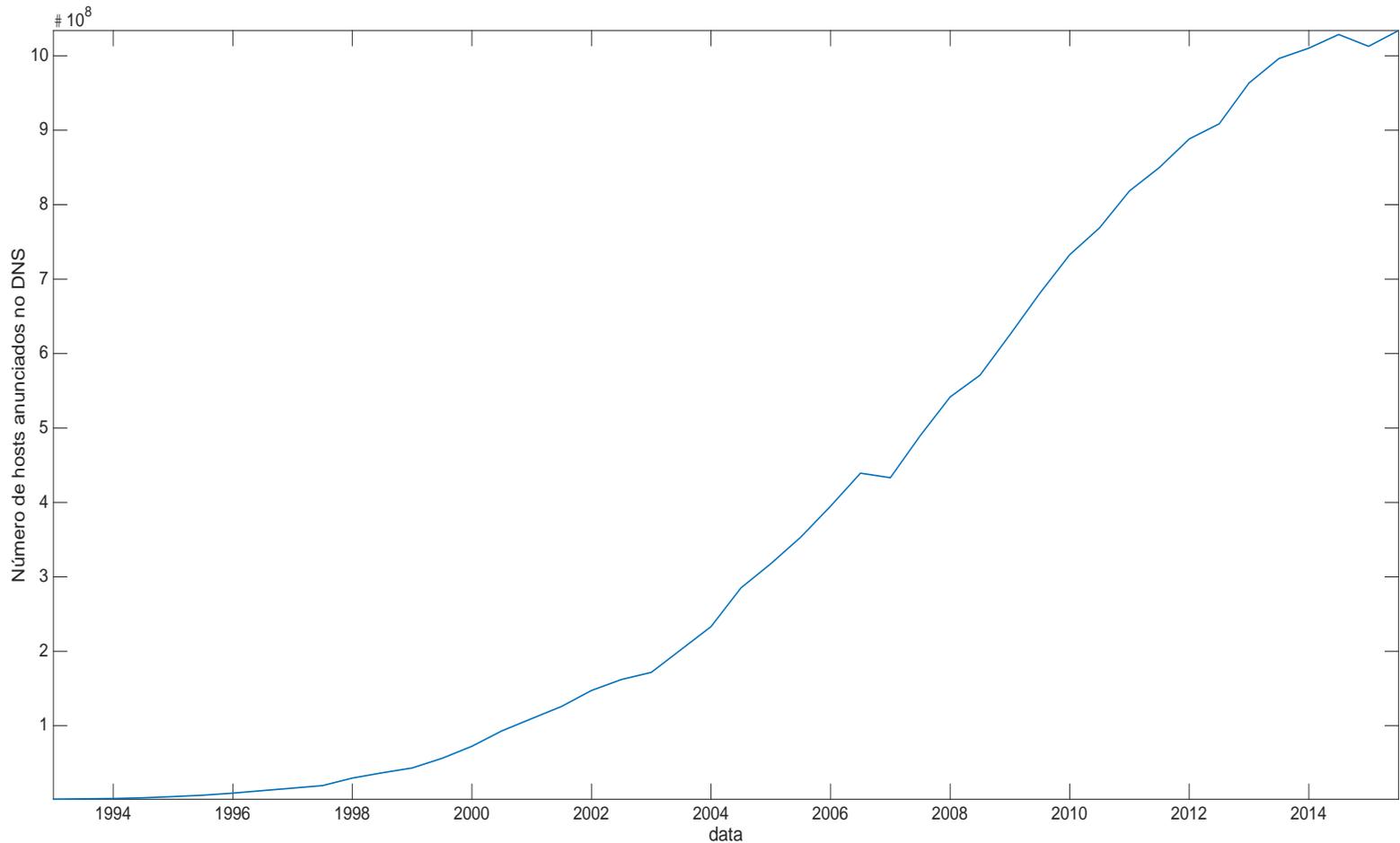
Torre celular com diversos tipos de antena



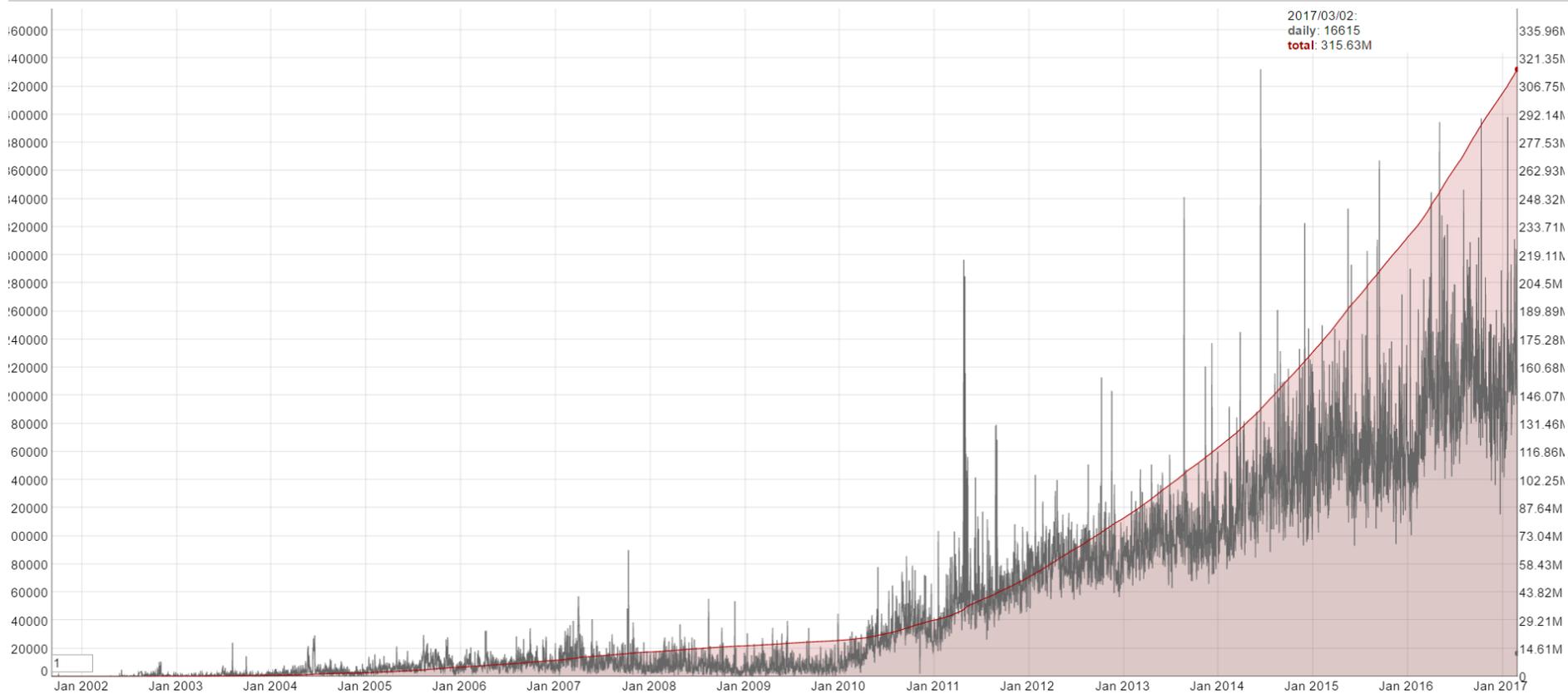
[Interior de um container de 12 m da Microsoft, data center de Chicago](#)



- 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/>



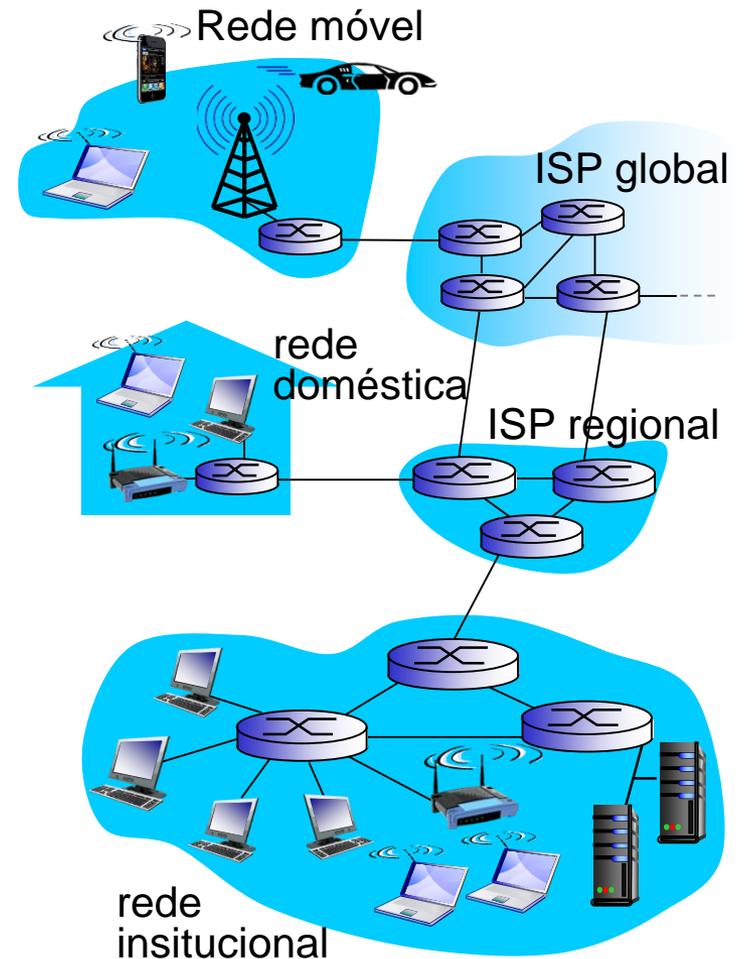
- Em **02/03/2017**:
  - 318 919 137 de redes Wi-Fi no mundo
  - 7 371 136 torres de celular
- <https://wigo.net/>

# 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

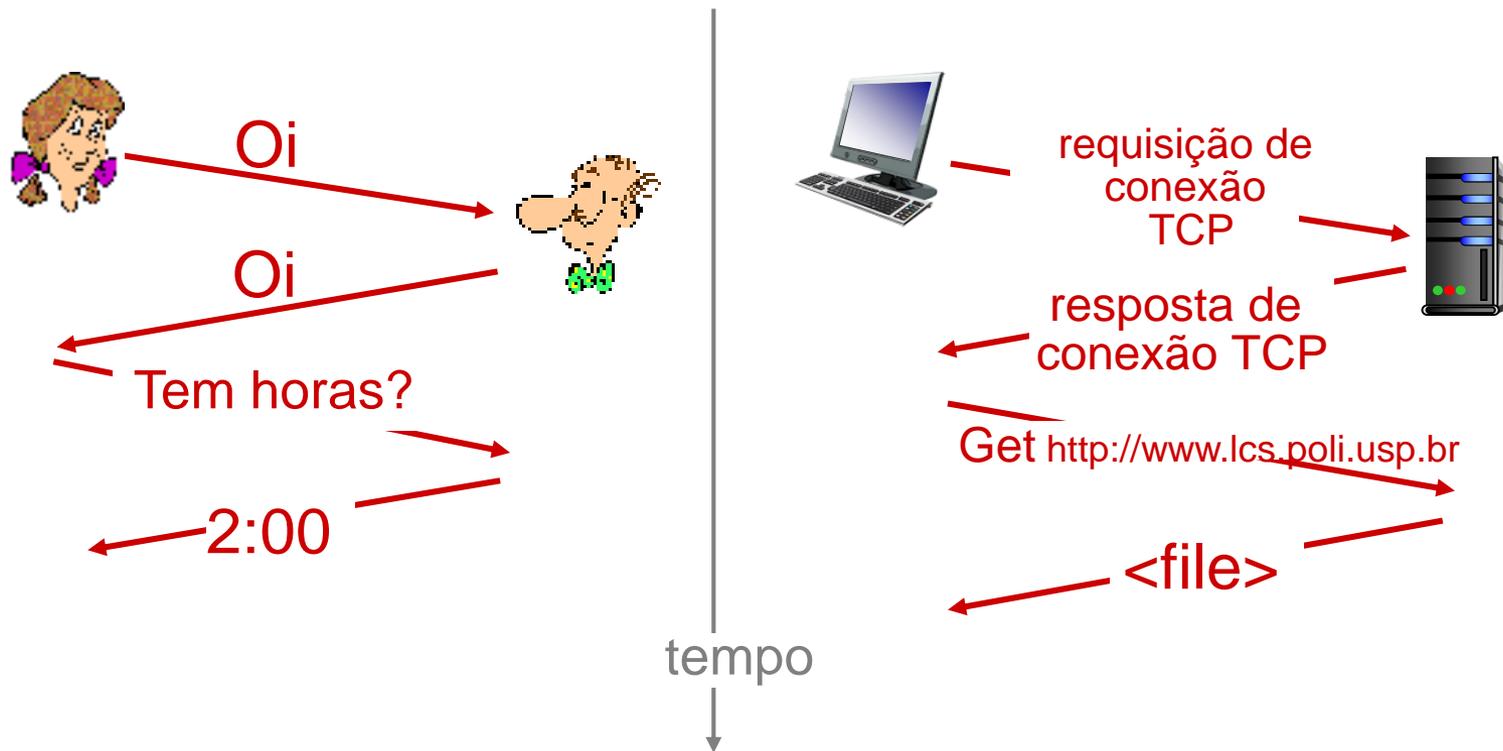
## *protocolos de rede:*

- ❖ 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!*

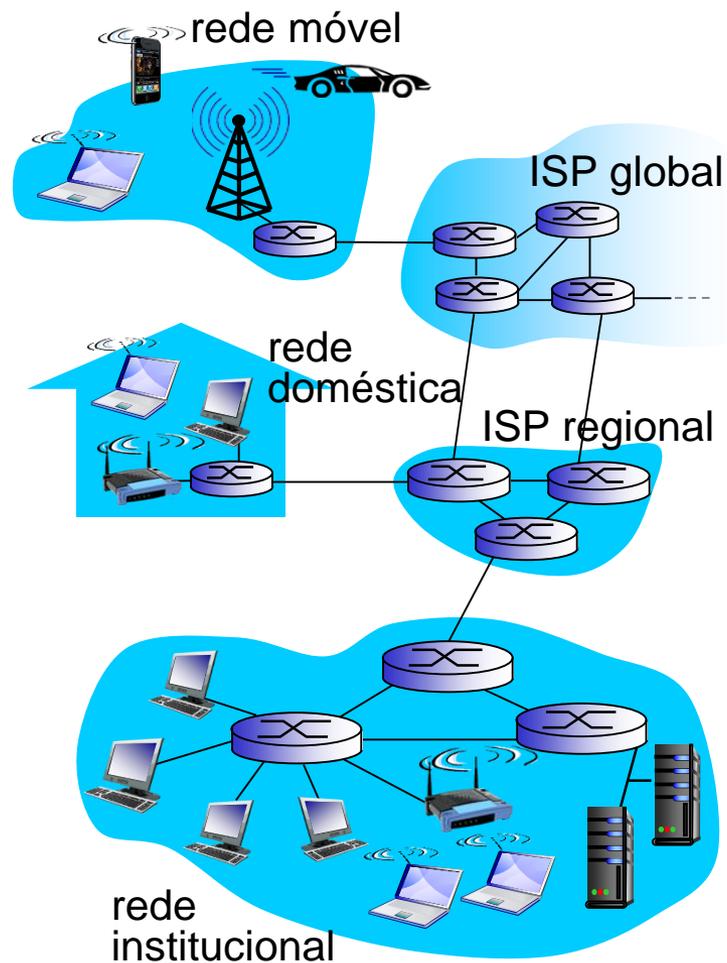
# O que é a Internet: ii) serviços

## ❖ *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



# Capítulo 1: Conteúdo

1.1 o que é a Internet?

1.2 A periferia da rede

- sistemas finais, redes de acesso, enlaces

1.3 núcleo da rede

- comutação de pacotes, chaveamento de circuitos, estrutura da rede

1.4 atraso, perdas, vazão em redes

1.5 camadas de protocolos, modelos de serviço

1.6 redes sob ataque: segurança

1.7 história

# Uma segunda olhada na estrutura da rede:

## ❖ *borda da rede:*

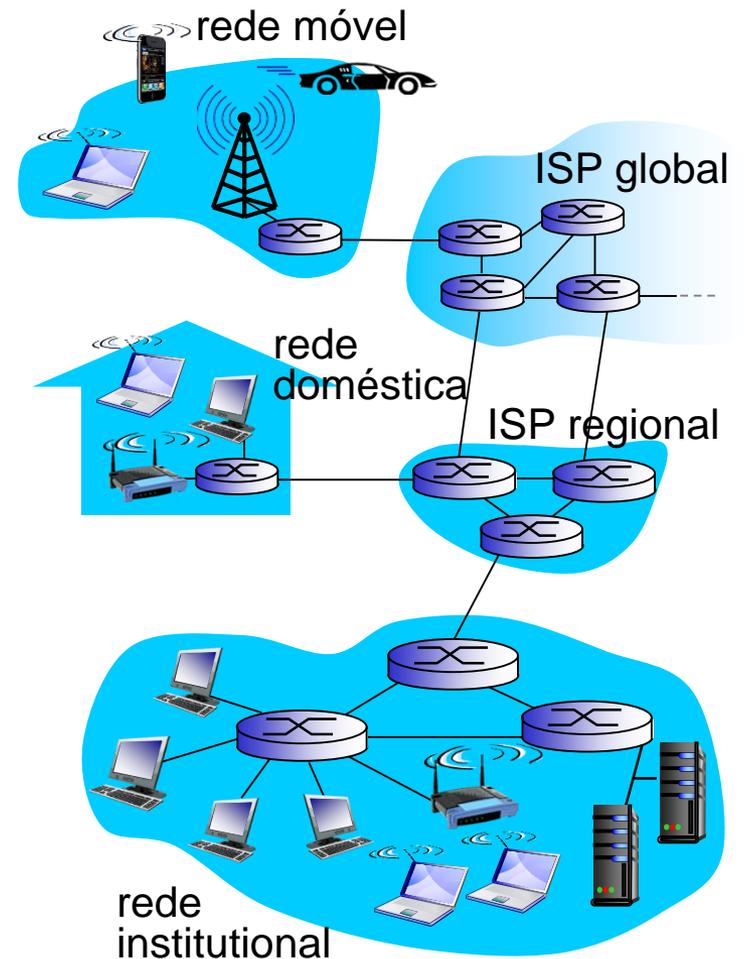
- *hosts*: clientes e servidores
- servidores muitas vezes em *data centers*
- Google – *data centers* com  $10^5$  servidores

## ❖ *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



# Hosts diferentes (Internet das coisas)



Porta retrato IP

<http://www.ceiva.com/>



Torradeira com acesso à Web +  
Previsão do tempo

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/1264205.stm>



Tweet-a-watt:  
Monitoramento do uso de energia

<https://learn.adafruit.com/tweet-a-watt/>



Refrigerador  
Internet



*Slingbox*: assistir e  
controlar TV a cabo remotamente

<http://www.slingbox.com/>



Internet *phones*

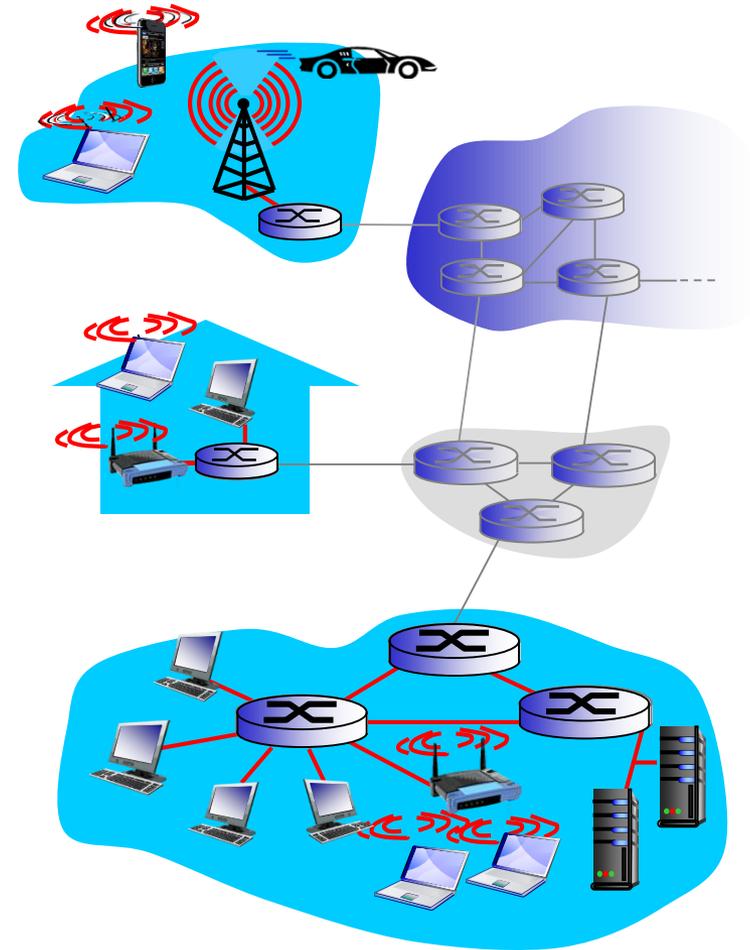
# Redes de acesso e meio físico

*Q: Como conectar sistemas finais aos roteadores da borda?*

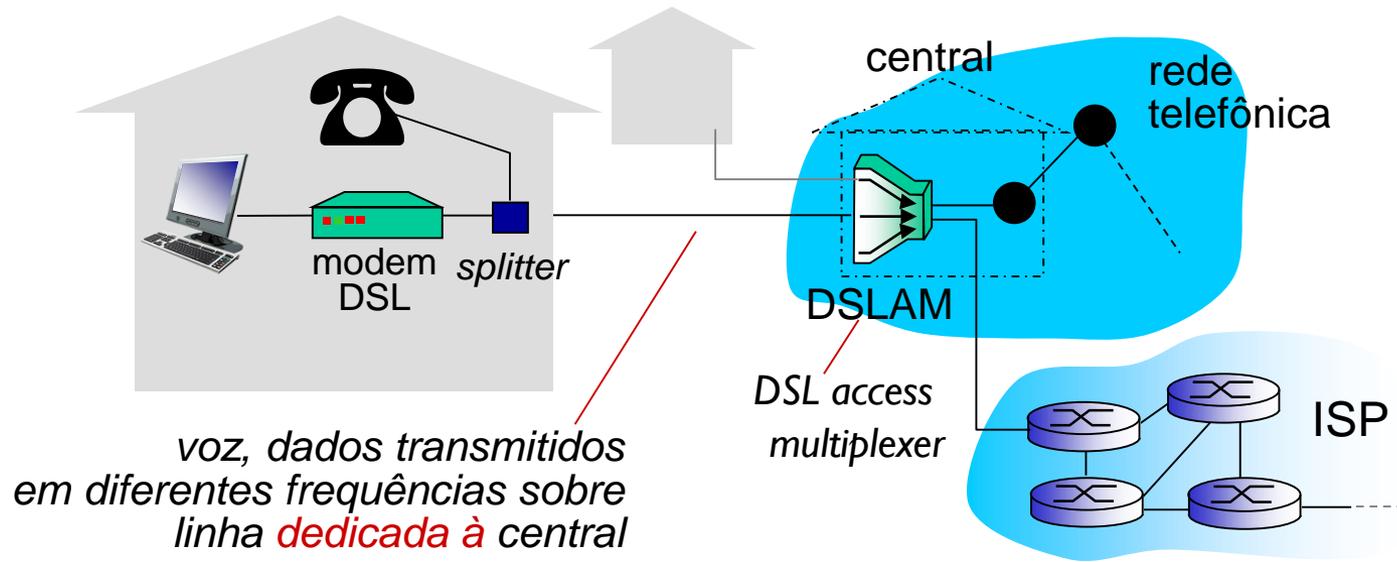
- ❖ redes de acesso residencial (mais comuns: DSL e cabo; FTTH avançando)
- ❖ redes de acesso insitucionais (universidades, empresas)
- ❖ redes acesso móveis

*Propriedades:*

- ❖ taxa de transmissão (bits por segundo) do acesso à rede
- ❖ compartilhado ou dedicado?

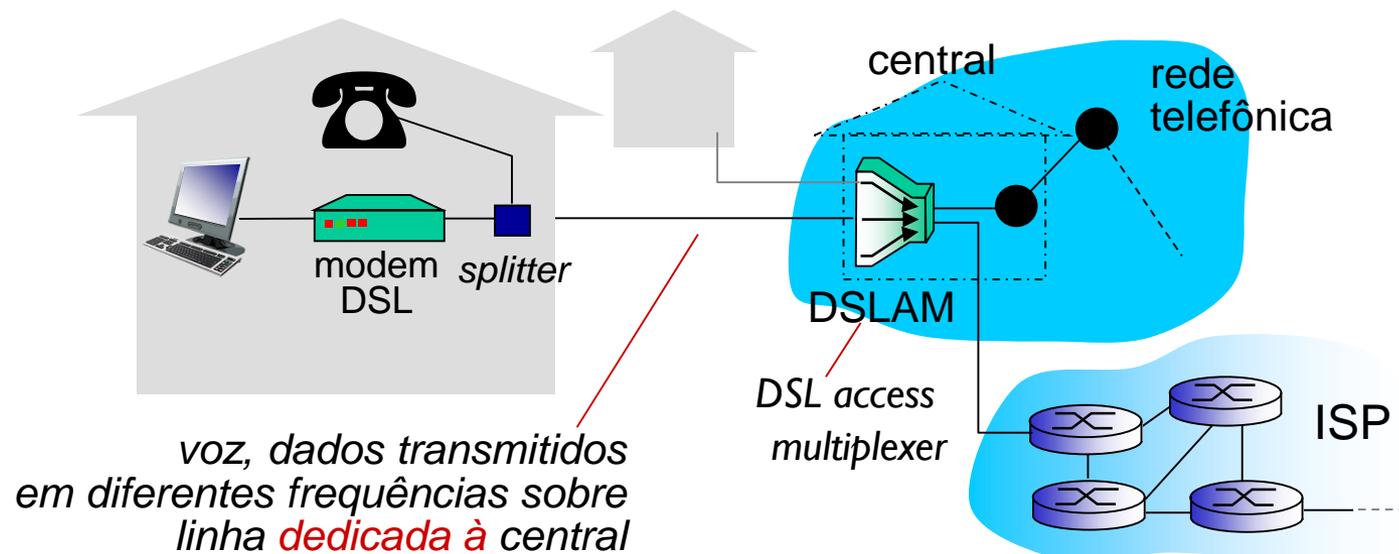


# Rede de acesso: *digital subscriber line* (DSL)



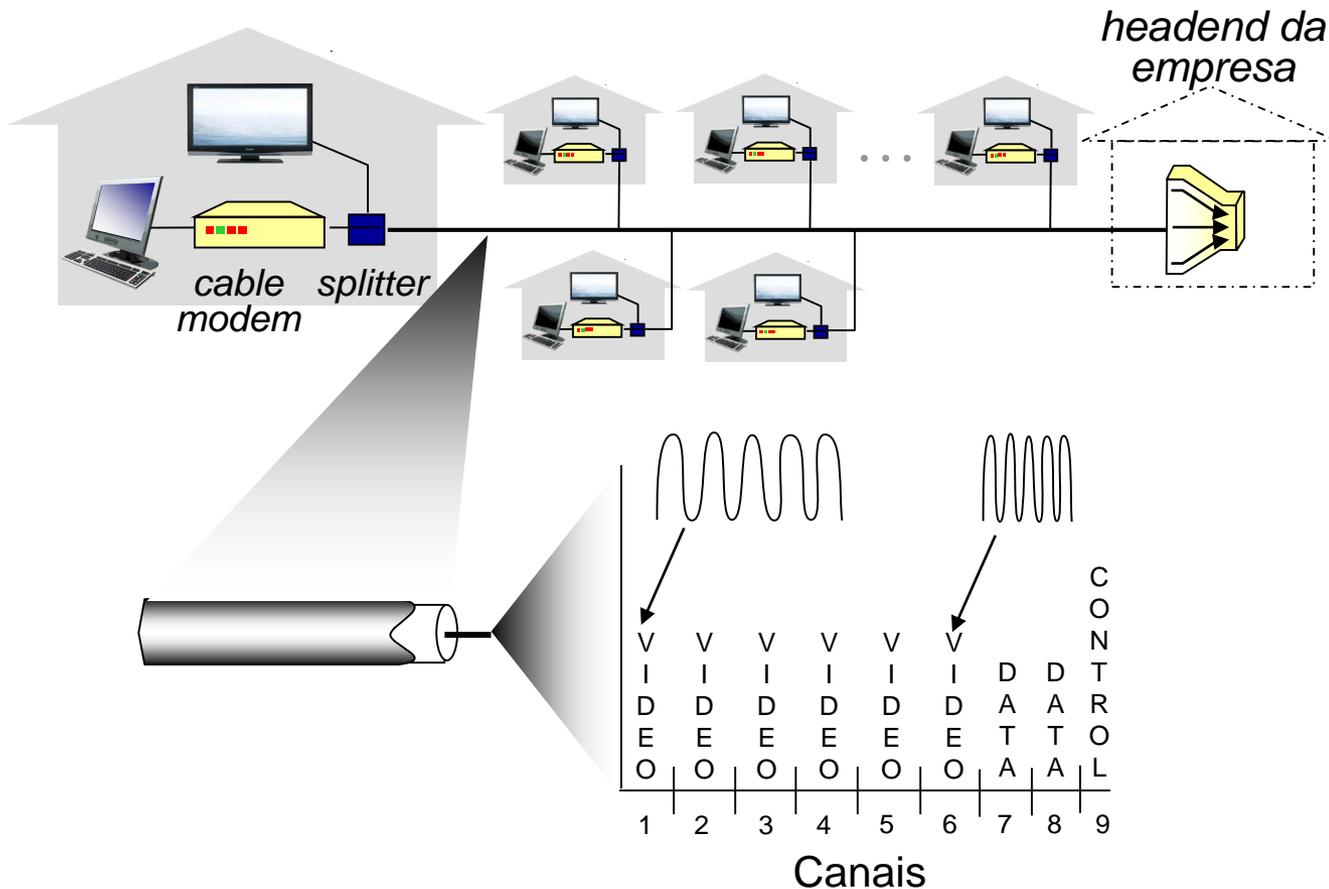
- ❖ Fornecido por companhia telefônica (Ex:Vivo)
- ❖ usa linha telefônica *existente* até o DSLAM da central
- ❖ “3 enlaces” na mesma linha (multiplexação em frequência)
  - ❖ Canal telefônico convencional bidirecional na faixa entre 0 e 4 kHz
  - ❖ Canal *upstream* de média velocidade na faixa de 4 kHz a 50 kHz
  - ❖ Canal *downstream* de alta velocidade na faixa de 50 kHz a 1 MHz

# Rede de acesso: *digital subscriber line* (DSL)



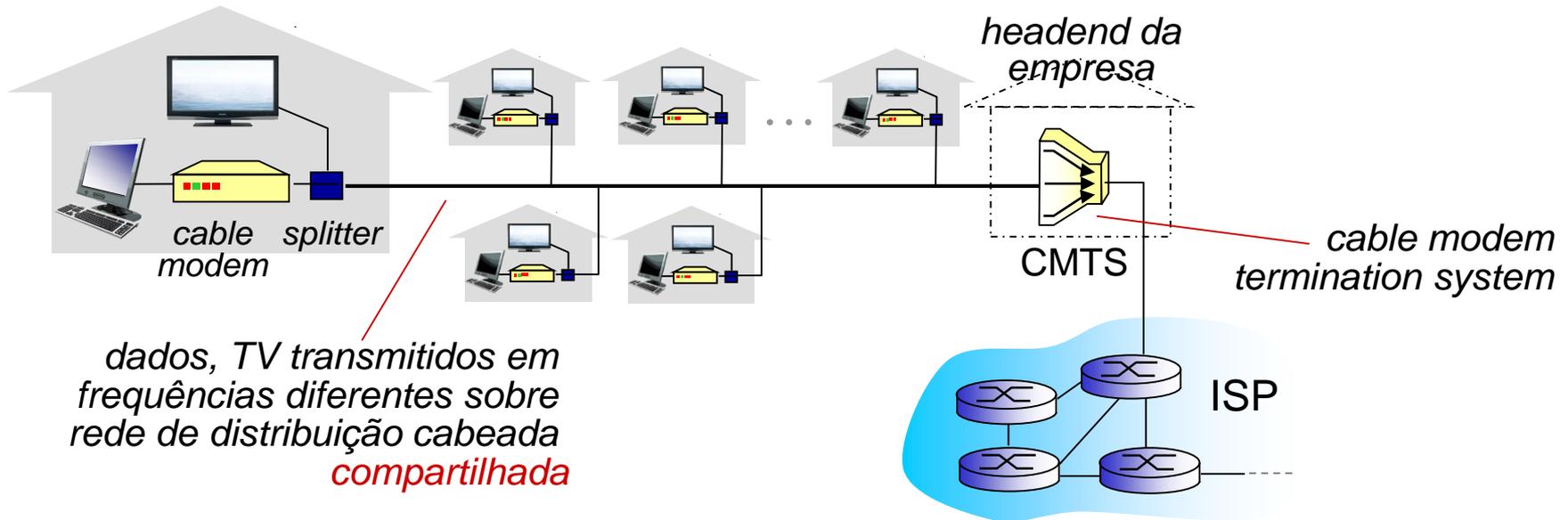
- Na central:
  - dados sobre a linha telefônica DSL vão para a Internet
  - voz sobre a linha telefônica DSL vai para a rede telefônica
- Taxas de transmissão (*assimétrico*):
  - ❖ < 2.5 Mbps taxa de transmissão *upstream* (típico < 1 Mbps)
  - ❖ < 24 Mbps taxa de transmissão *downstream* (típico < 10 Mbps)

# Rede de acesso: rede da TV a cabo



- ❖ *Fornecido por empresa de TV a cabo (Ex: Virtua da Net)*
- ❖ ***multiplexação por divisão de frequência***: canais diferentes transmitidos em bandas de frequência diferentes

# Rede de acesso: rede da TV a cabo



*dados, TV transmitidos em frequências diferentes sobre rede de distribuição cabeada compartilhada*

- ❖ **HFC: hybrid fiber coax**
- ❖ **assimétrico:** até 1372.16 Mbps de taxa de transmissão *downstream*, 245.76 Mbps de taxa de transmissão *upstream* (DOCSIS 3.0 - <https://en.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>)
- ❖ residências **partilham rede de acesso até headend** da empresa; diferente do DSL, que tem acesso dedicado até a central
  - Necessário protocolo para evitar endereçar e evitar colisões! (Veremos...)
  - Cada pacote enviado ao *headend* chega a todos os usuários!
  - Taxa disponível para cada usuário pode ser afetada pelo uso feito pelos outros