

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

Nossos Objetivos:

- ❑ Contexto e terminologia
- ❑ Detalhes serão visto com o decorrer do curso
- ❑ abordagem:
 - ❖ Usar a internet como exemplo

Visão Geral:

- ❑ o que é a Internet
- ❑ O que é um protocolo?
- ❑ Periferia da Internet
- ❑ Núcleo da rede
- ❑ Rede de acesso, meios físicos
- ❑ Estrutura da Internet/ISP
- ❑ desempenho: perda, atraso
- ❑ Camadas de protocolo, modelos de serviço

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

1.1 O que é Internet?

1.2 A periferia da Internet

1.3 O núcleo da rede

1.4 Redes de Acesso e meios físicos

1.5 ISPs e backbones da Internet

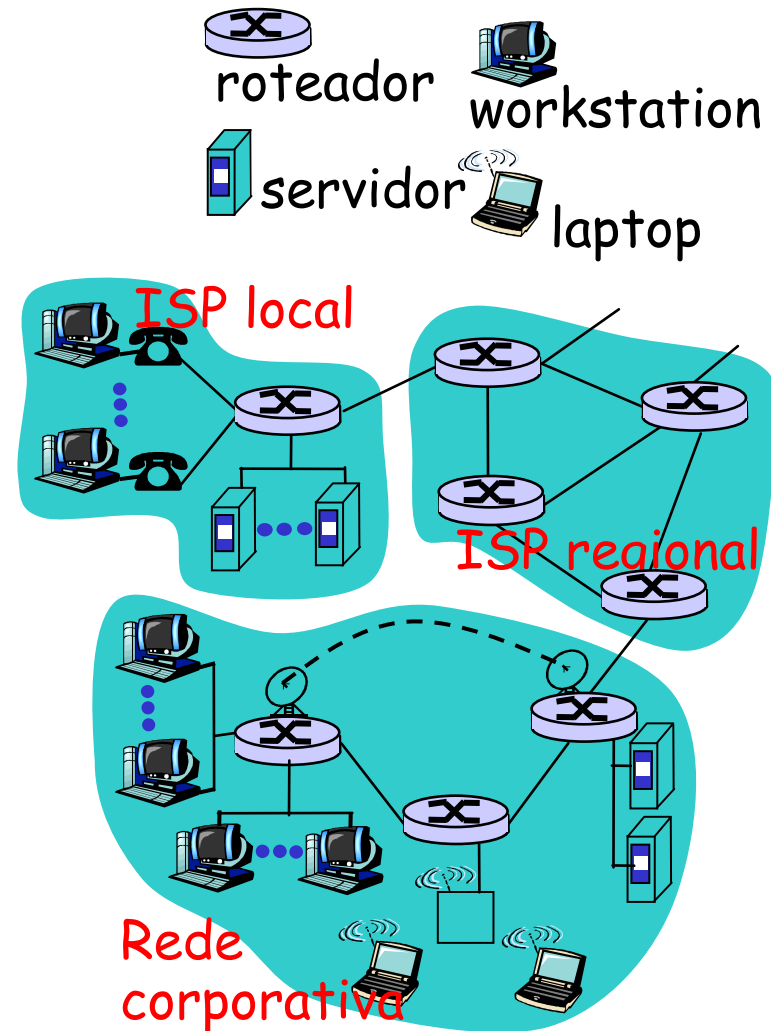
1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes

1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviços

1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

O que é a Internet: descrição detalhada

- ❑ Milhões de elementos computadorizados conectados: *hosts* (*hospedeiro*)= *sistemas finais*
- ❑ executando *aplicações de rede*
- ❑ *enlaces de comunicação*
 - ❖ fibra, cobre, rádio, satélite
 - ❖ Taxa de transmissão = *largura de banda*
- ❑ *roteadores*: encaminham pacotes (bloco de dados)



Ferramentas "interessantes" da internet



IP picture frame
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +
weather forecaster



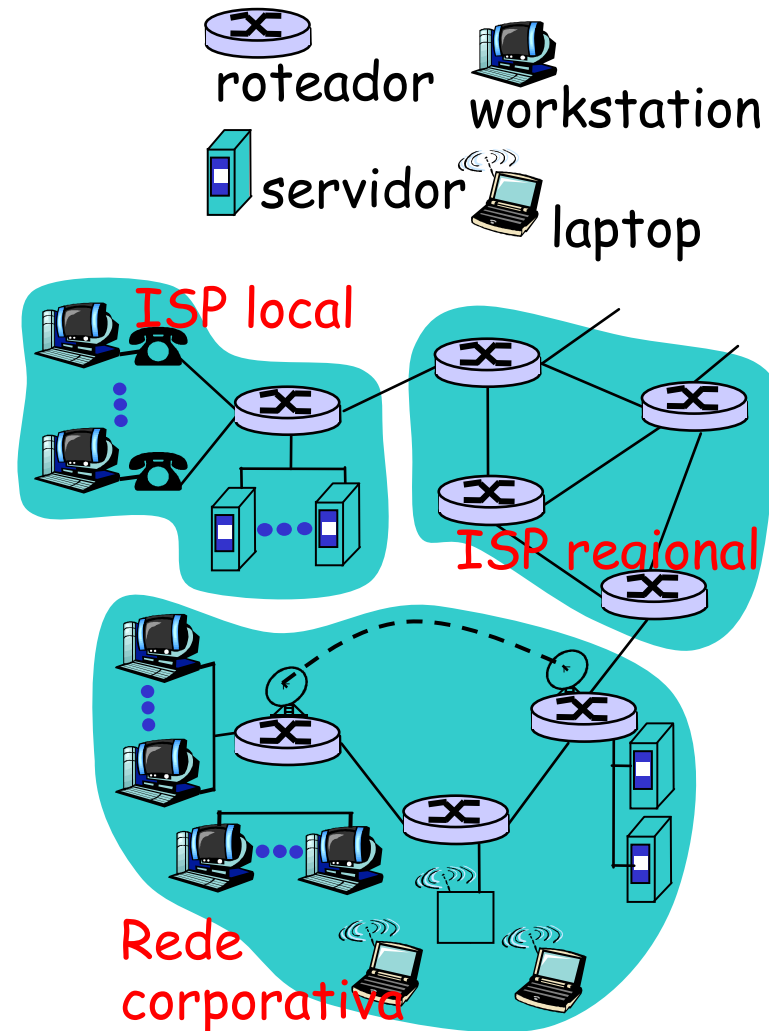
World's smallest web server
<http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html>



Internet phones

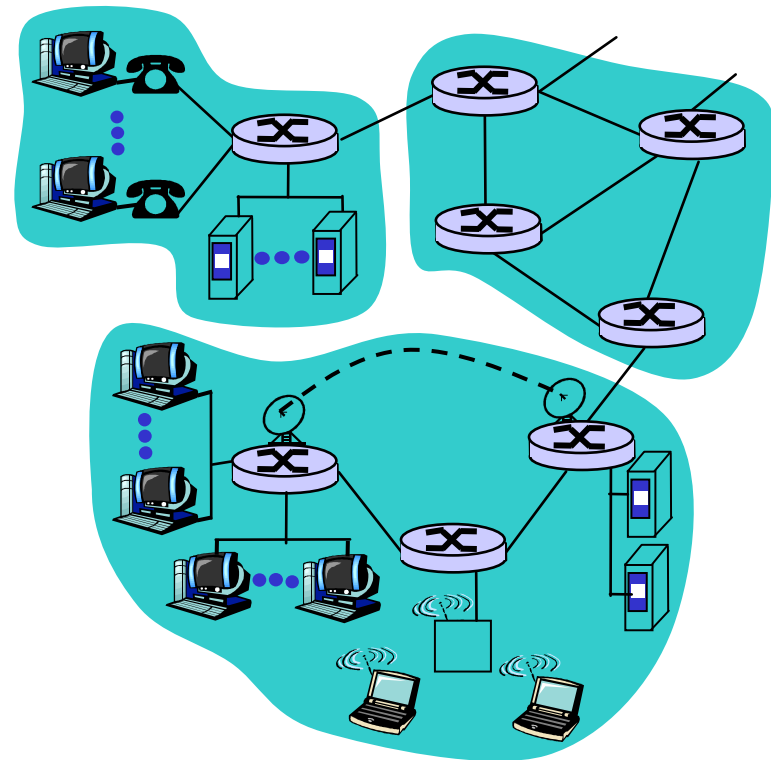
O que é a internet: descrição detalhada

- ❑ *protocolos* controlam o envio, recebimento de msgs
 - ❖ Ex: TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: "rede de redes"*
 - ❖ fracamente hierarquica
 - ❖ Internet versus intranet
- ❑ Padrões da Internet
 - ❖ RFC: Request for comments
 - ❖ IETF: Internet Engineering Task Force



O que é a Internet: descrição do serviço

- ❑ A infra-estrutura de comunicação permite aplicações distribuídas:
 - ❖ Web, email, games, e-commerce, compartilhamento de arquivos
- ❑ serviços de comunicação:
 - ❖ não orientado à conexão e não confiável
 - ❖ orientado a conexão e confiável



O que é a internet: protocolo, o que é?

protocolos humanos:

- ❑ "Que horas são?"
- ❑ "Eu tenho uma pergunta"
- ❑ Apresentações

... msgs específicas são enviadas

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

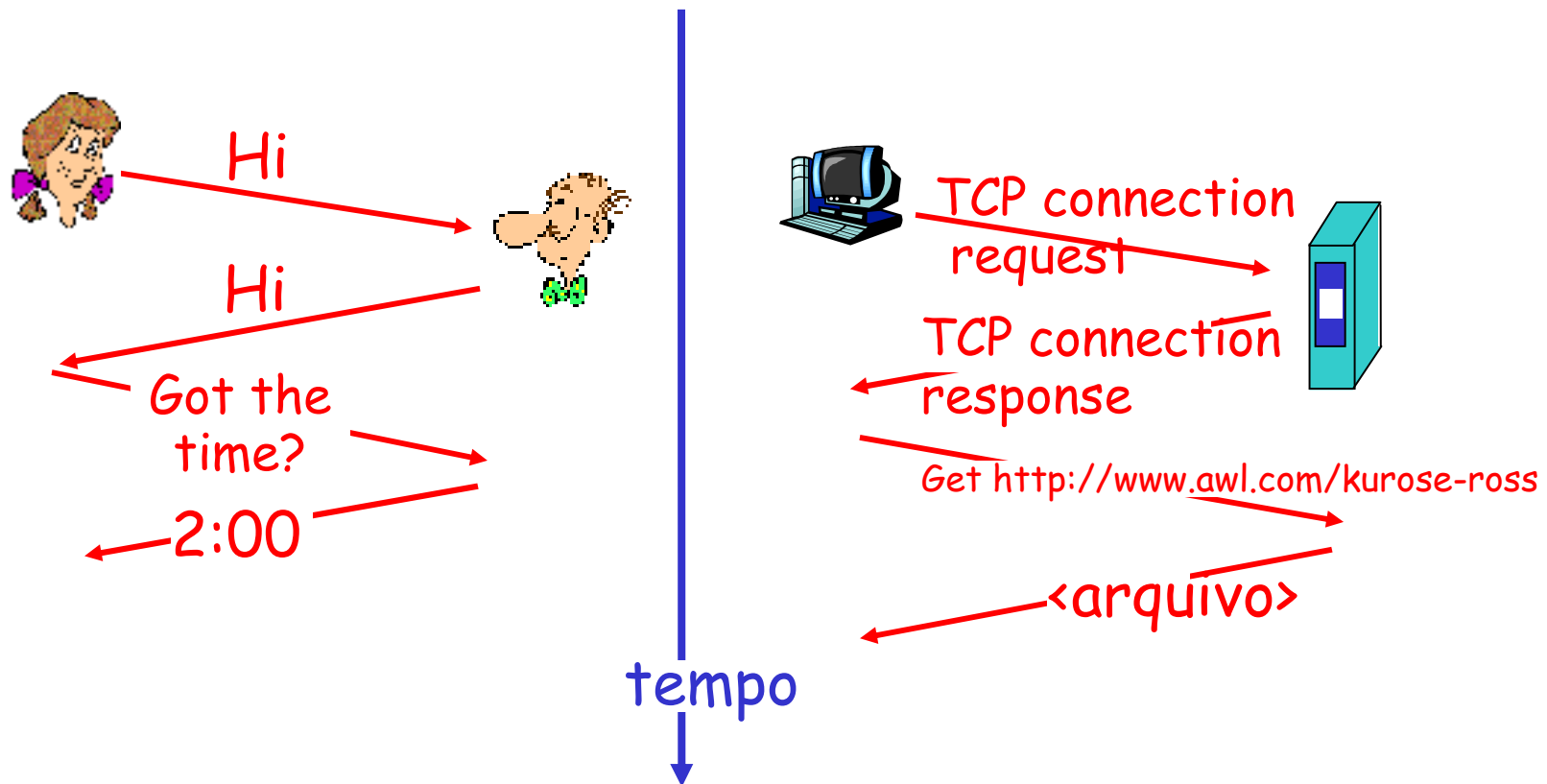
protocolos de rede:

- ❑ máquinas ao invés de humanos
- ❑ toda atividade de comunicação na Internet é governada por protocolos

protocolos definem o formato, a ordem de msgs enviadas e recebidas entre entidades de rede, e as ações na transmissão e recepção de msgs, ou em outro evento

O que é a internet: protocolo, o que é?

um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores:



P: Outros protocolos humanos?

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

1.1 O que é a Internet?

1.2 A periferia da Internet

1.3 O núcleo da rede

1.4 Redes de Acesso e meios físicos

1.5 ISPs e backbones da Internet

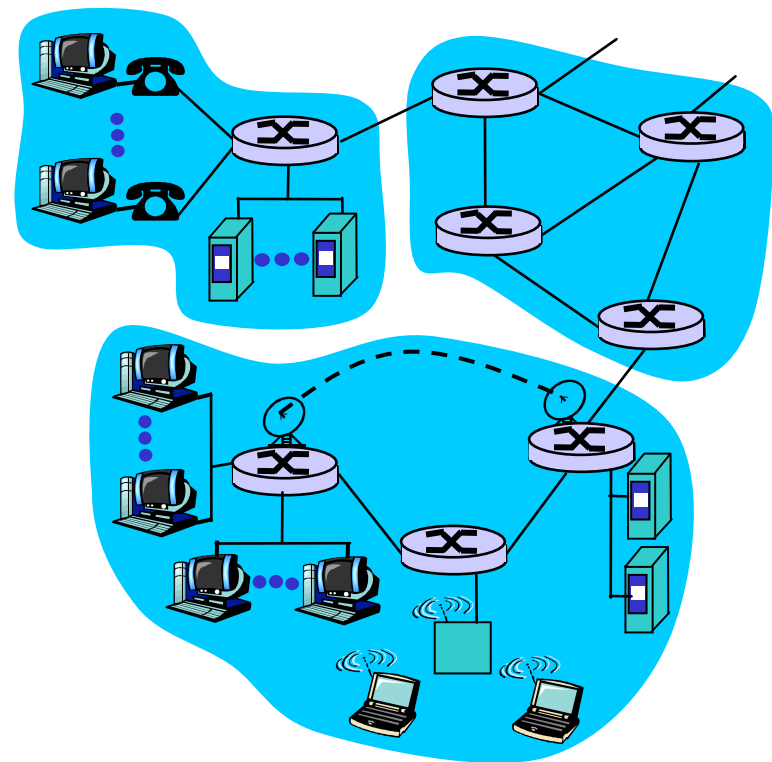
1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes

1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviços

1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

A estrutura da rede mais de perto:

- ❑ **borda da rede:**
aplicações e hosts
- ❑ **núcleo da rede:**
 - ❖ roteadores
 - ❖ rede de redes
- ❑ **redes de acesso,**
meio físico: enlaces de comunicação



A periferia da Internet:

❑ sistemas finais (hosts):

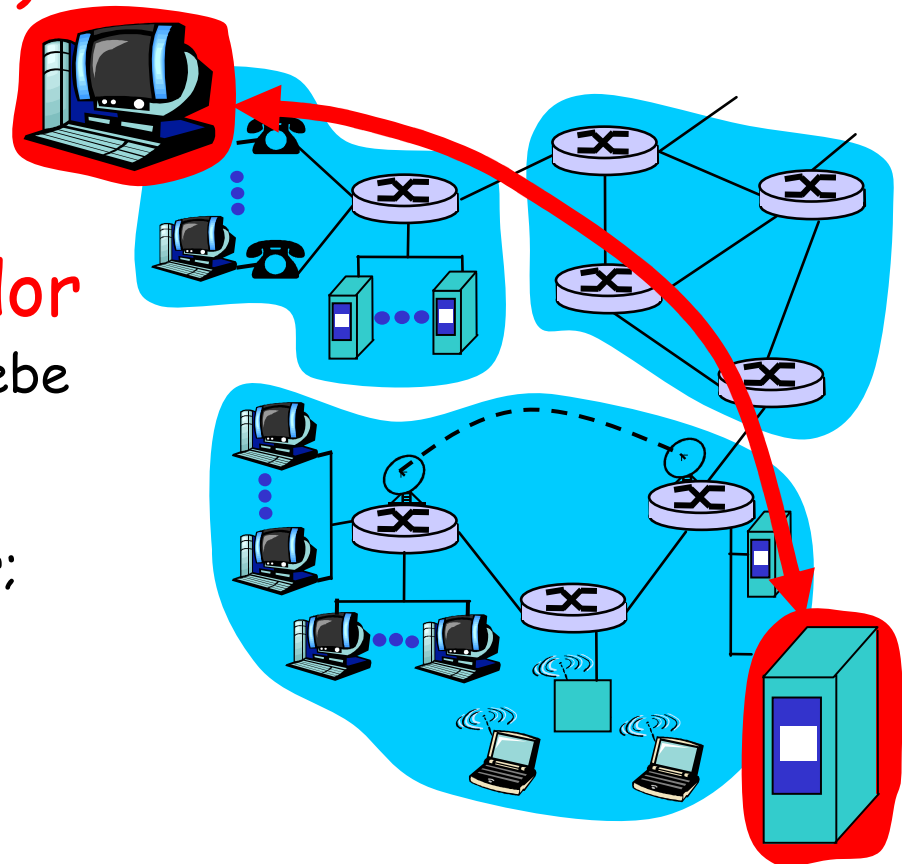
- ❖ Executam aplicações
- ❖ Ex: Web, email
- ❖ na "borda da rede"

❑ modelo cliente/servidor

- ❖ host cliente requisita, recebe um serviço de um servidor dedicado
- ❖ Ex: browser Web/servidor; cliente/servidor de email

❑ modelo peer-to-peer

- ❖ uso mínimo de servidores dedicados
- ❖ Ex. Skype, BitTorrent, KaZaA



A periferia da Internet: serviço orientado à conexão

Meta: transferir dados entre sistemas finais

- ❑ *Handshaking ou apresentação:*
 - ❖ prepara a conexão para transferência de dados
 - ❖ "Oi", "Oi" de volta no protocolo humano
 - ❖ *ajusta o "estado"* em dois hosts que se comunicam
- ❑ TCP - Transmission Control Protocol

Serviço TCP[RFC 793]

- ❑ *confiável, transferência de dados por stream (fluxo) de bytes ordenados*
 - ❖ perda: conhecimento e retransmissões
- ❑ *controle de fluxo:*
 - ❖ a fonte de tráfego não irá sobrecarregar o destino
- ❑ *controle de congestionamento:*
 - ❖ a fonte "diminui a taxa de envio" quando a rede está congestionada

A periferia da Internet: serviço não orientado à conexão

Meta: transferir dados entre sistemas finais

- ❖ o mesmo de antes!

- ❑ **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]:

- ❖ sem conexão
- ❖ transferência de dados não confiável
- ❖ sem controle de fluxo
- ❖ sem controle de congestionamento

Aplicações sobre TCP:

- ❑ HTTP (Web), FTP (transferência de arquivos), Telnet (login remoto), SMTP (email)

Aplicações sobre UDP:

- ❑ mídia streaming, teleconferência, DNS, telefonia IP

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

1.1 O que é a Internet?

1.2 A periferia da Internet

1.3 O núcleo da rede

1.4 Redes de Acesso e meios físicos

1.5 ISPs e backbones da Internet

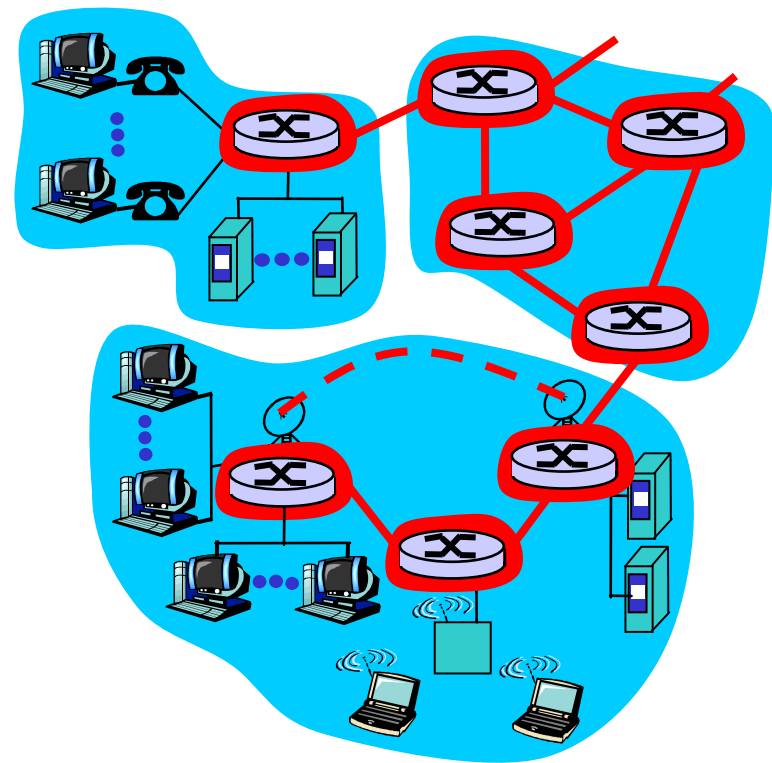
1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes

1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviços

1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

O núcleo da rede

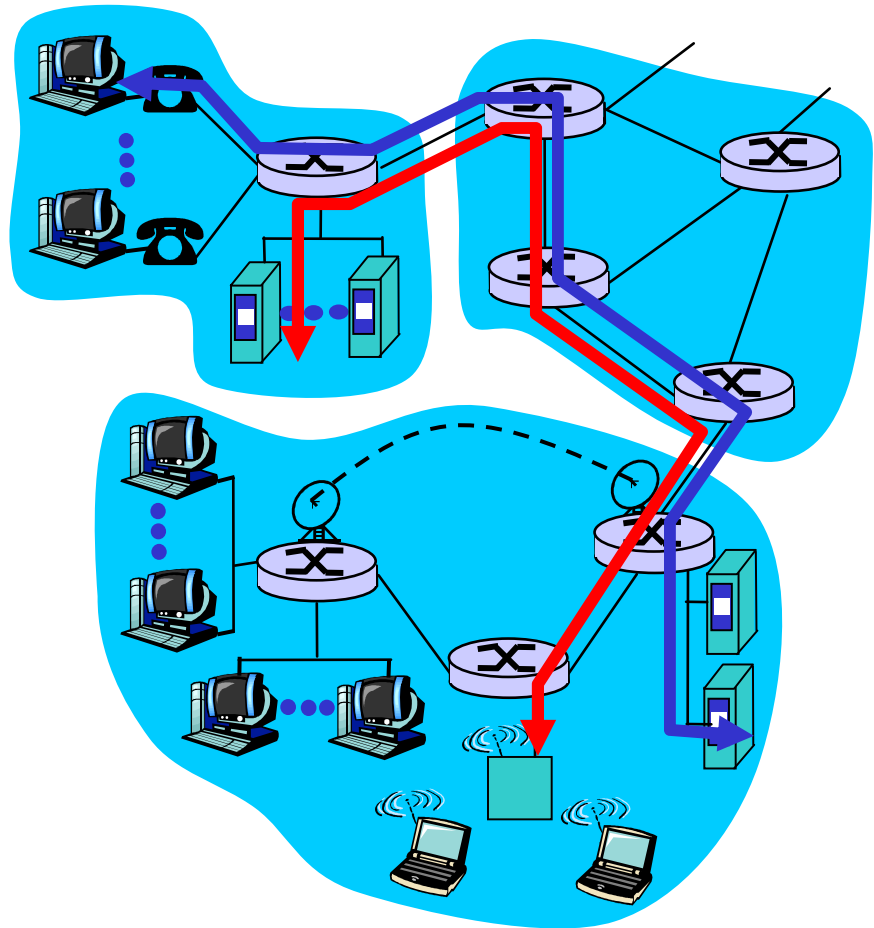
- ❑ malhas de roteadores interconectados
- ❑ a pergunta fundamental: como os dados são transferidos pela rede?
 - ❖ comutação de circuitos: circuito dedicado por demanda: rede telefônica
 - ❖ comutação de pacotes: dados são enviados em blocos



O núcleo da rede: comutação de circuitos

Reserva de recursos
fim-a-fim sob
demanda

- ❑ largura de banda do enlace, capacidade de comutar
- ❑ recursos dedicados: sem compartilhamento
- ❑ desempenho garantido
- ❑ exige estabelecimento de conexão



O núcleo da rede: comutação de circuitos

os recursos da rede
(ex. largura de
banda) **são divididos
em "pedaços"**

- esses pedaços são alocados sob demanda
- recursos **ociosos** se não for usado pelo dono da conexão (*sem compartilhamento*)

□ formas de dividir a largura de banda em "pedaços"

- ❖ divisão da frequência
- ❖ divisão do tempo

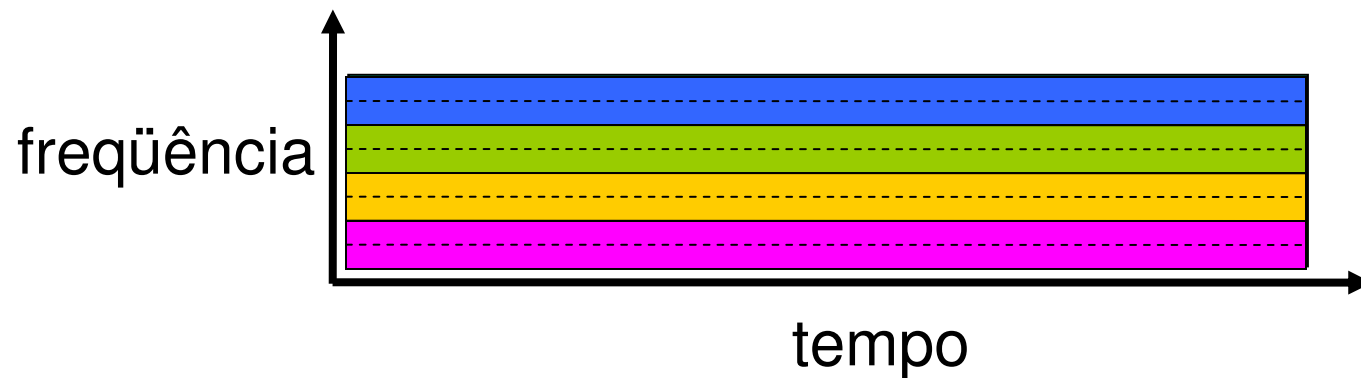
Comutação de circuitos: FDM e TDM

Exemplo:

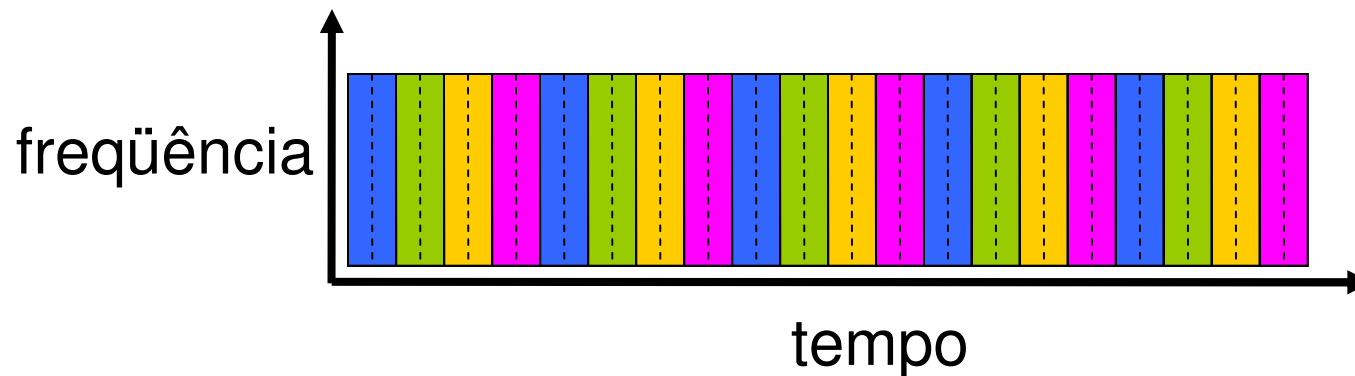
4 usuários



FDM



TDM



Exemplo numérico

- ❑ Quanto tempo leva para enviar um arquivo de 640.000 bits de um host A para um host B sobre uma rede de comutação de circuito?
 - ❖ Todos os enlaces são de 1,536 Mbps
 - ❖ Cada enlace usa TDM com 24 slots/seg
 - ❖ 500 mseg para estabelecer um circuito fim-a-fim

Calcule!

Outro exemplo numérico

- ❑ Quanto tempo leva para enviar um arquivo de 640.000 bits de um host A para um host B sobre uma rede de comutação de circuito?
 - ❖ Todos os enlaces são de 1,536 Mbps
 - ❖ Cada enlace usa FDM com 24 canais (frequências)
 - ❖ 500 mseg para estabelecer um circuito fim-a-fim

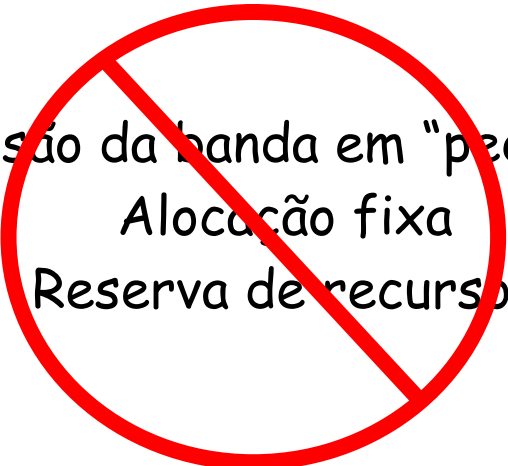
Calcule!

O núcleo da rede: Comutação de pacotes

cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em *pacotes*

- ❑ pacotes do usuário A, B *compartilham* nos mesmos recursos da rede
- ❑ cada pacote usa largura de banda inteira do enlace
- ❑ Recursos são usados quando *necessário*

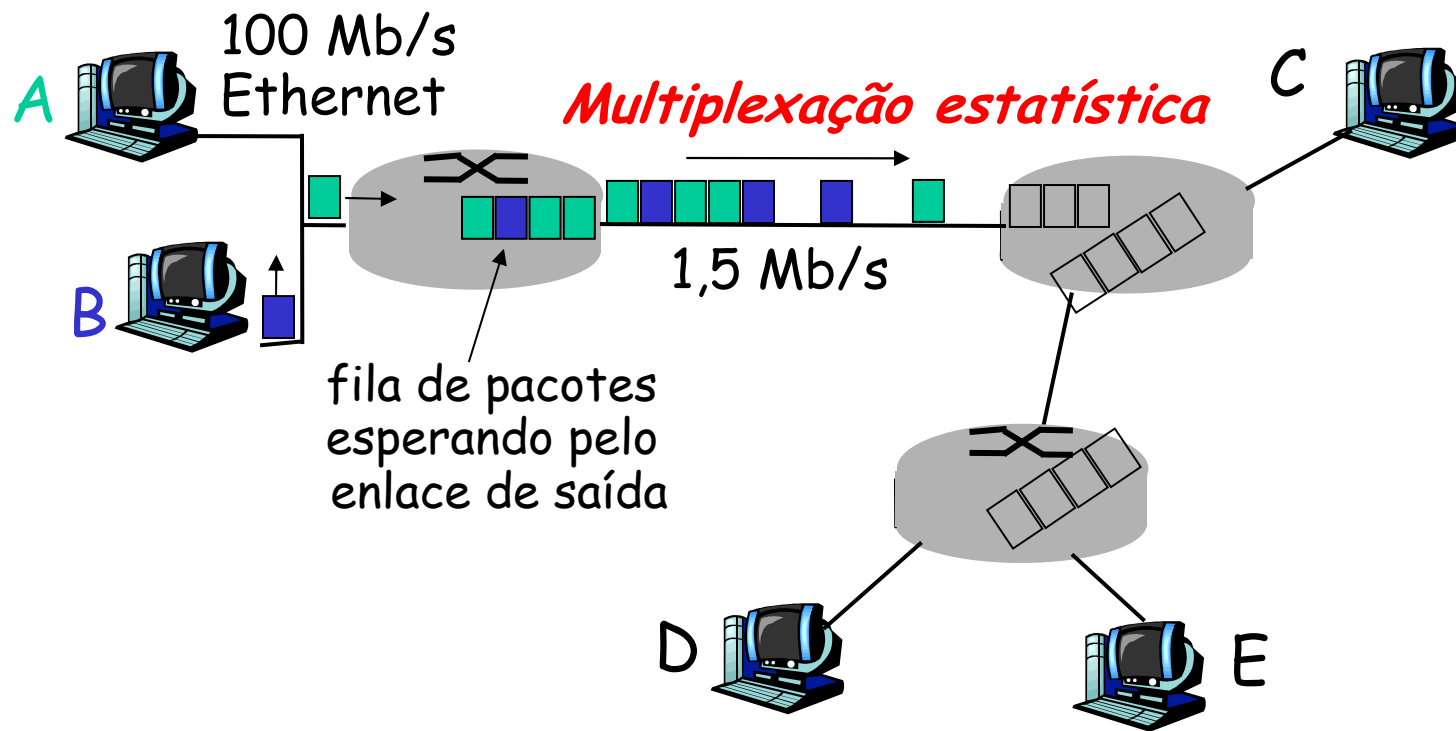
Divisão da banda em "pedaços"
Alocação fixa
Reserva de recursos



Conteção de recursos:

- ❑ agregar a demanda de recursos pode exceder a quantidade disponível
- ❑ congestionamento: filas de pacotes, esperar para usar o enlace
- ❑ store and forward:
 - ❖ O nó recebe o pacote completo antes de encaminhá-lo

Comutação de pacotes: Multiplexação Estatística



A seqüência dos pacotes de A & B não tem padrão fixo, compartilhados sob demanda → *multiplexação estatística*.

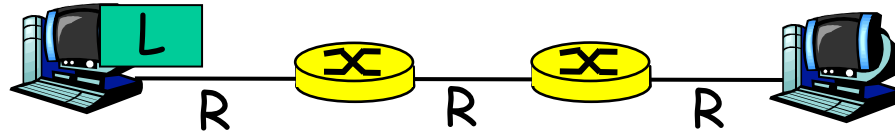
TDM: cada host ocupa o mesmo slot no quadro (frame)TDM.

Comutação de pacotes versus comutação por circuito

A comutação de pacotes é sempre "melhor"?

- ❑ Ótimo para tráfego em rajadas
 - ❖ compartilhamento de recursos
 - ❖ mais simples, não há estabelecimento de chamada
- ❑ **Congestionamento em excesso:** atraso e perda de pacotes
 - ❖ protocolos precisam de transferência de dados confiável, controle de congestionamento

Comutação de pacotes: store-and-forward



- ❑ Leva L/R segundos para se enviar um pacote de L bits em um link ou R bps
- ❑ O pacote inteiro deve chegar em um roteador antes deste transmiti-lo ao próximo link: *store and forward*
- ❑ atraso = $3L/R$ (assumindo que o atraso de propagação seja zero)

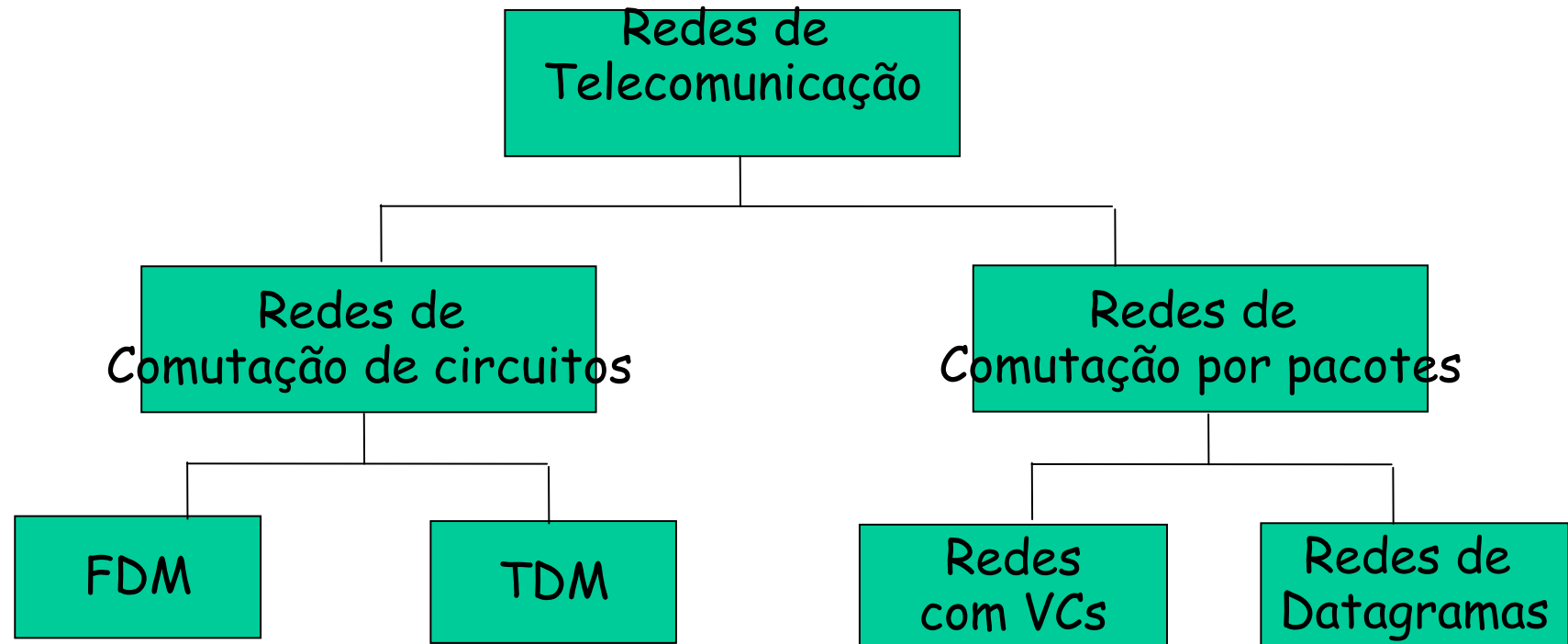
Example:

- ❑ $L = 7.5$ Mbits
- ❑ $R = 1.5$ Mbps
- ❑ atraso = 15 sec

Redes de comutação por pacotes : forwarding (encaminhamento)

- ❑ Meta: mover pacotes pelos roteadores da origem o destino
 - ❖ Nos iremos estudar diversos algoritmos de seleção de caminhos (roteamento) (capítulo 4)
- ❑ **Rede de datagrama:**
 - ❖ *endereço destino no pacote determina o próximo salto*
 - ❖ Rotas pode mudar durante uma sessão
 - ❖ analogia: dirigir, perguntas questões
- ❑ **Rede de circuito virtual:**
 - ❖ cada pacote carrega um rótulo(ID de circuito virtual), que determina o próximo salto
 - ❖ caminho fixo determinado no momento de alocação de recursos
 - ❖ *Routeadores mantêm o estado da conexão*

Taxonomia de Rede



- Rede de datagrama não é nem orientada a conexão nem não orientada a conexão.
- Internet prover tanto serviços orientados a conexão (TCP) como serviços não orientados a conexão (UDP) às aplicações.

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

1.1 O que é a Internet?

1.2 A periferia da Internet

1.3 O núcleo da rede

1.4 Redes de acesso e meios físicos

1.5 ISPs e backbones da Internet

1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes

1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviços

1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

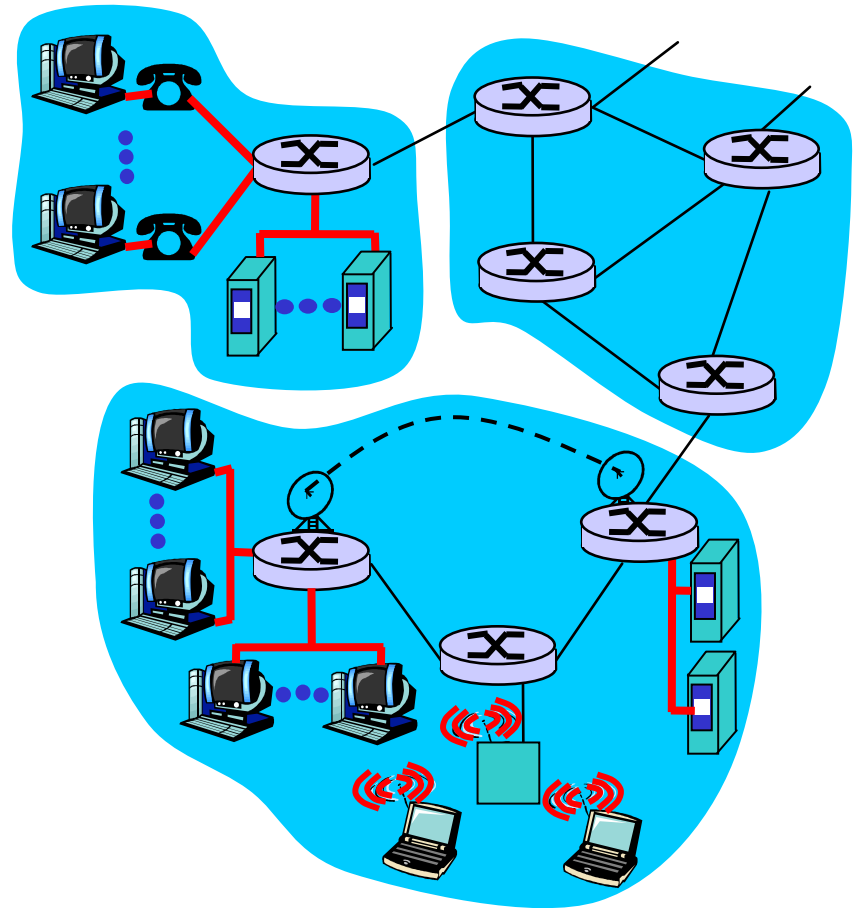
Redes de acesso e meio físico

P: Como conectar um sistema final a um roteador de borda?

- ❑ redes de acesso residencial
- ❑ Redes de acesso corporativo (escolas, empresa)
- ❑ Rede de acesso sem fio

Lembre-se:

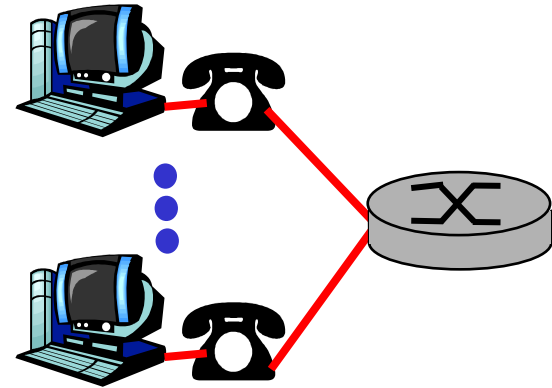
- ❑ Largura de banda (bits por segundo) da rede de acesso?
- ❑ Compartilhado ou dedicado?



Acesso Residencial: acesso ponto a ponto

❑ Modem discado

- ❖ até 56Kbps acesso direto ao roteador (menos que isso)
- ❖ Não se pode navegar na internet e telefonar ao mesmo tempo: não se pode estar "**sempre on-line**"



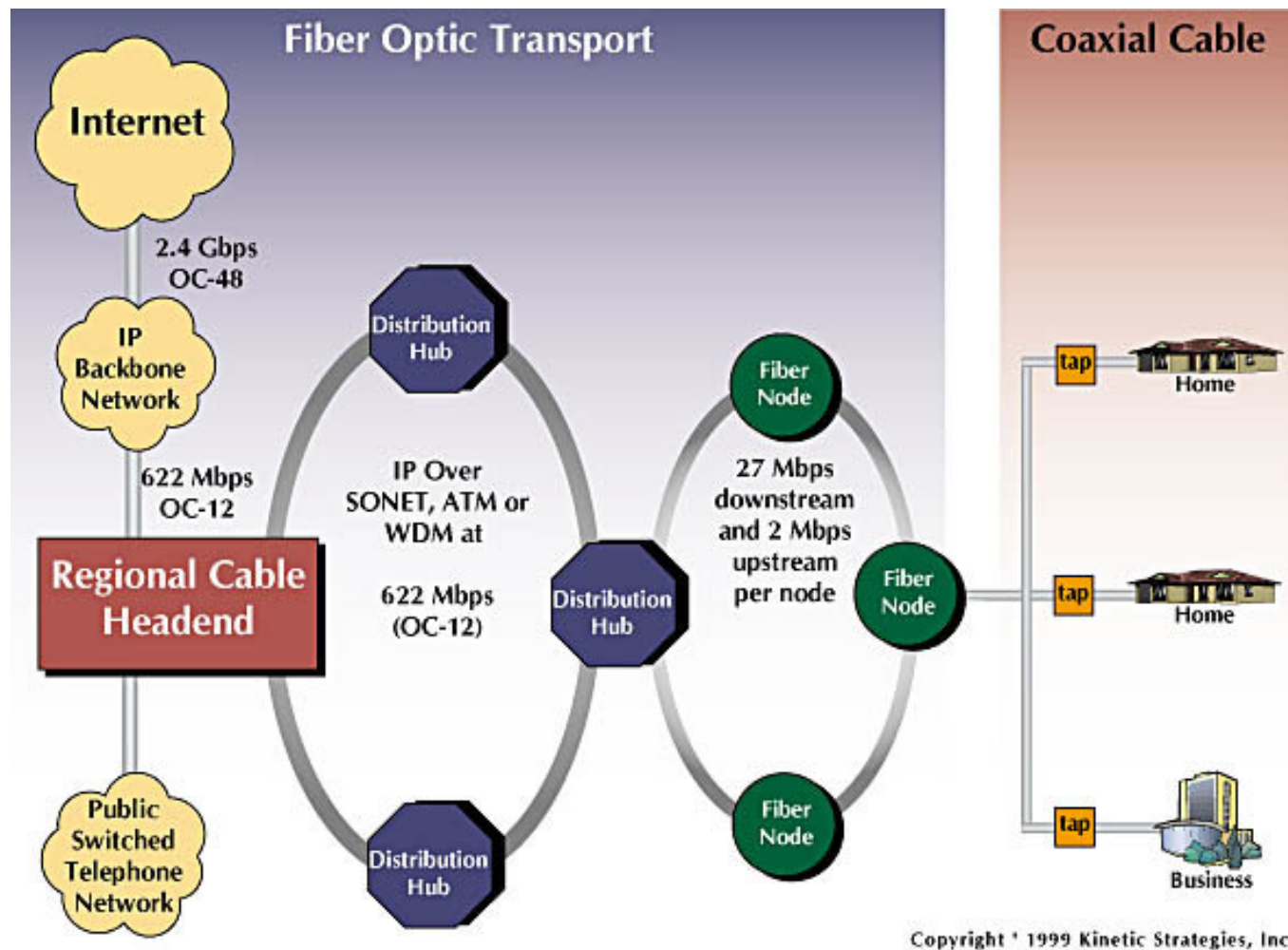
❑ ADSL: asymmetric digital subscriber line

- ❖ até 1 Mbps upstream (hoje tipicamente < 256 kbps)
- ❖ até 8 Mbps downstream (hoje tipicamente < 1 Mbps)
- ❖ FDM: 50 kHz - 1 MHz para downstream
 - 4 kHz - 50 kHz para upstream
 - 0 kHz - 4 kHz para telefonia comum

Acesso residencial: cable modems

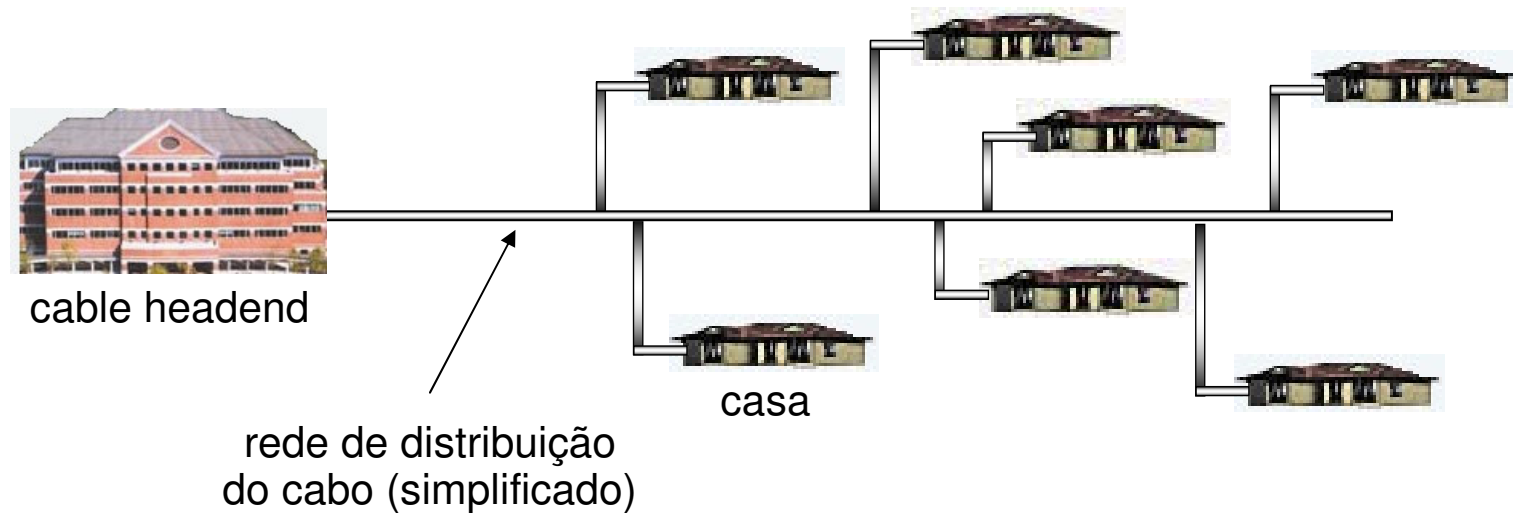
- ❑ HFC: híbrido fibra coaxial
 - ❖ assimétrico: até 30Mbps downstream, 2 Mbps upstream
- ❑ rede de cabo e fibra liga casas a roteadores de ISP
 - ❖ Casas compartilham o acesso ao roteador
- ❑ emprego: disponível via companhias de TV a cabo

Acesso residencial: cable modems

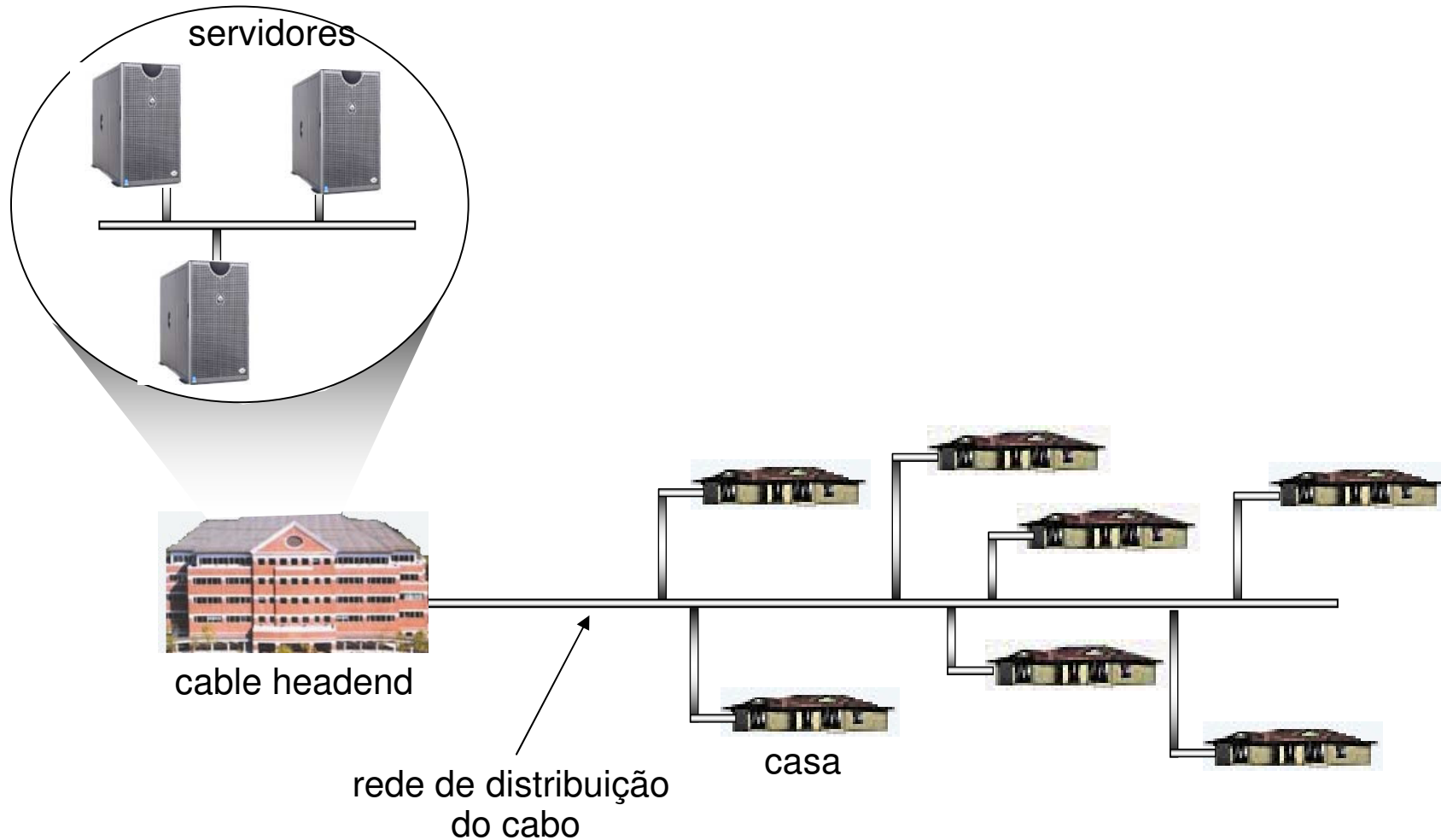


Arquitetura de redes a cabo: visão geral

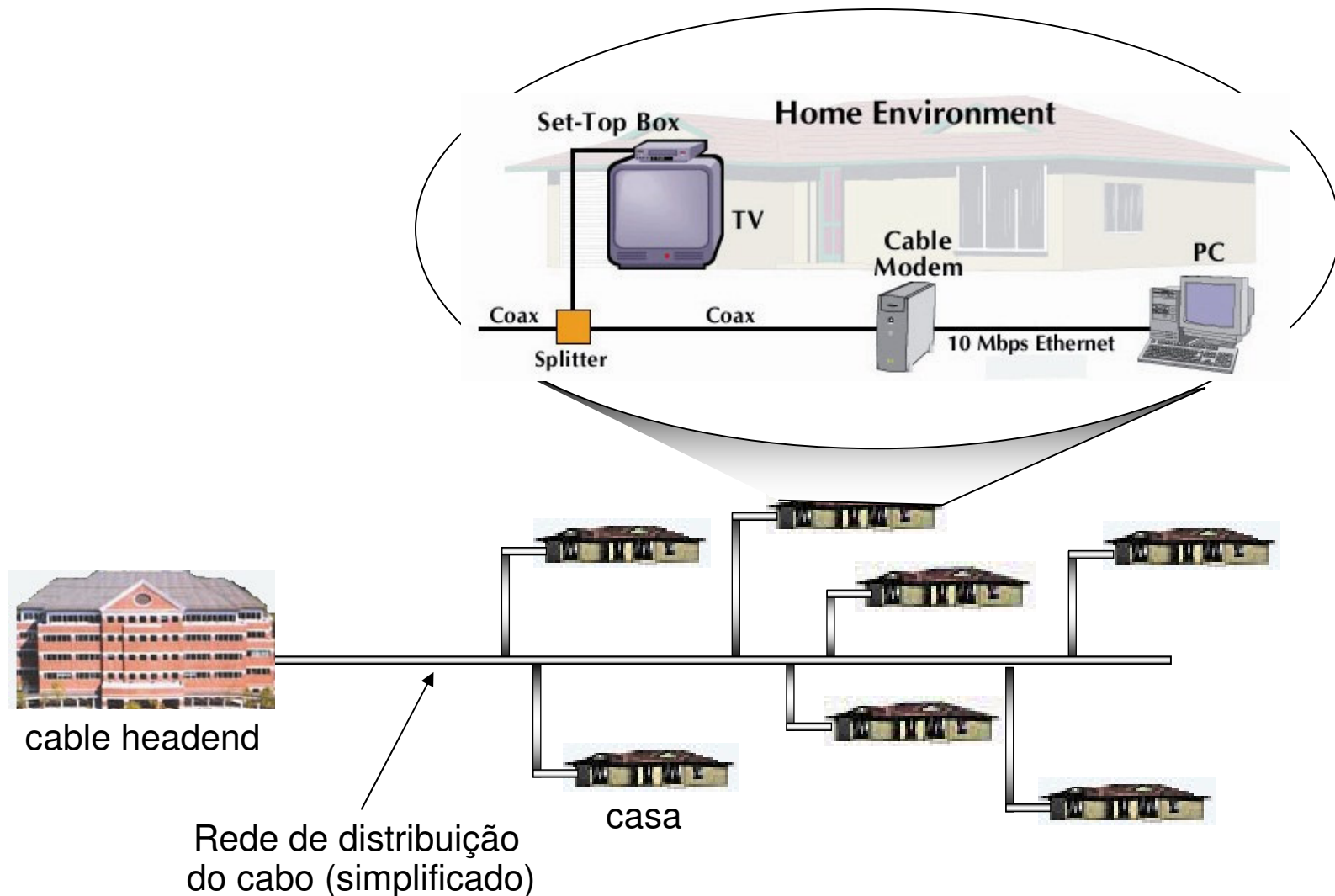
Tipicamente 500 a 5.000 casas



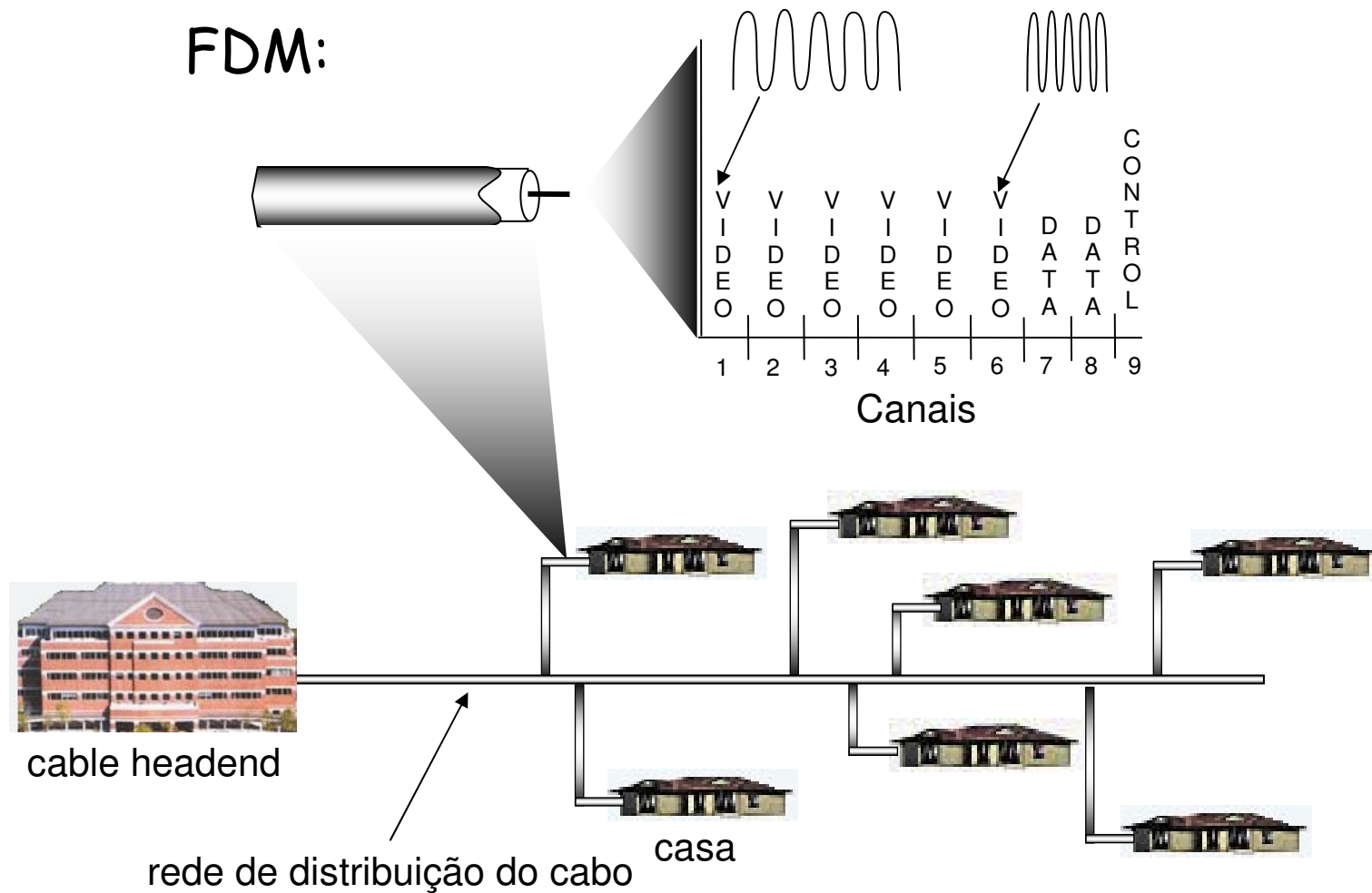
Arquitetura de redes a cabo: visão geral



Arquitetura de redes a cabo: visão geral

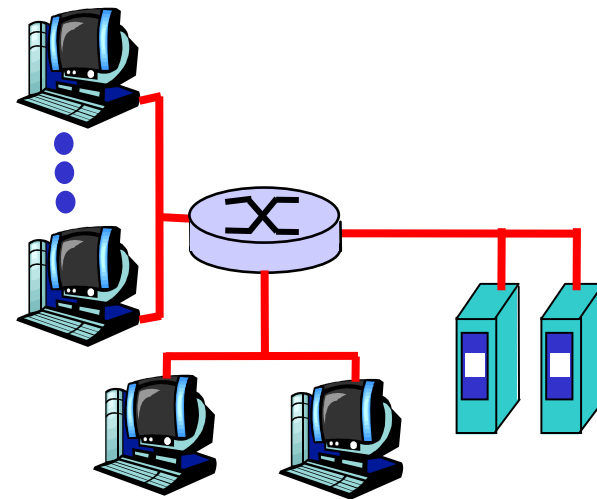


Arquitetura de redes a cabo: visão geral



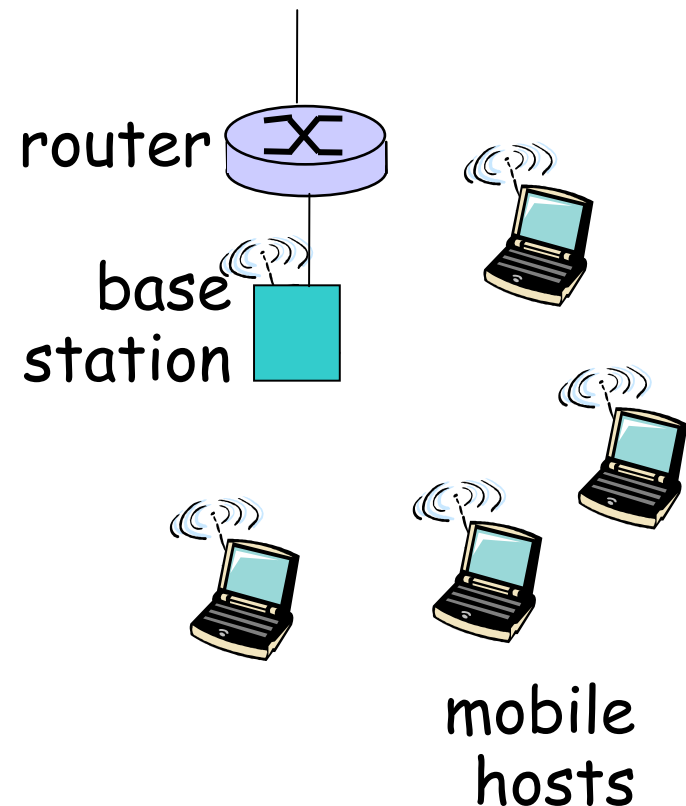
Acesso corporativo: local area networks

- ❑ empresas/univ **local area network** (LAN) conectar o sistema final ao roteador de borda
- ❑ **Ethernet:**
 - ❖ enlace compartilhado ou dedicado conecta o sistema final e roteador
 - ❖ 10 Mbs, 100Mbps, Gigabit Ethernet
- ❑ LANs: capítulo 5



Redes de acesso sem fio

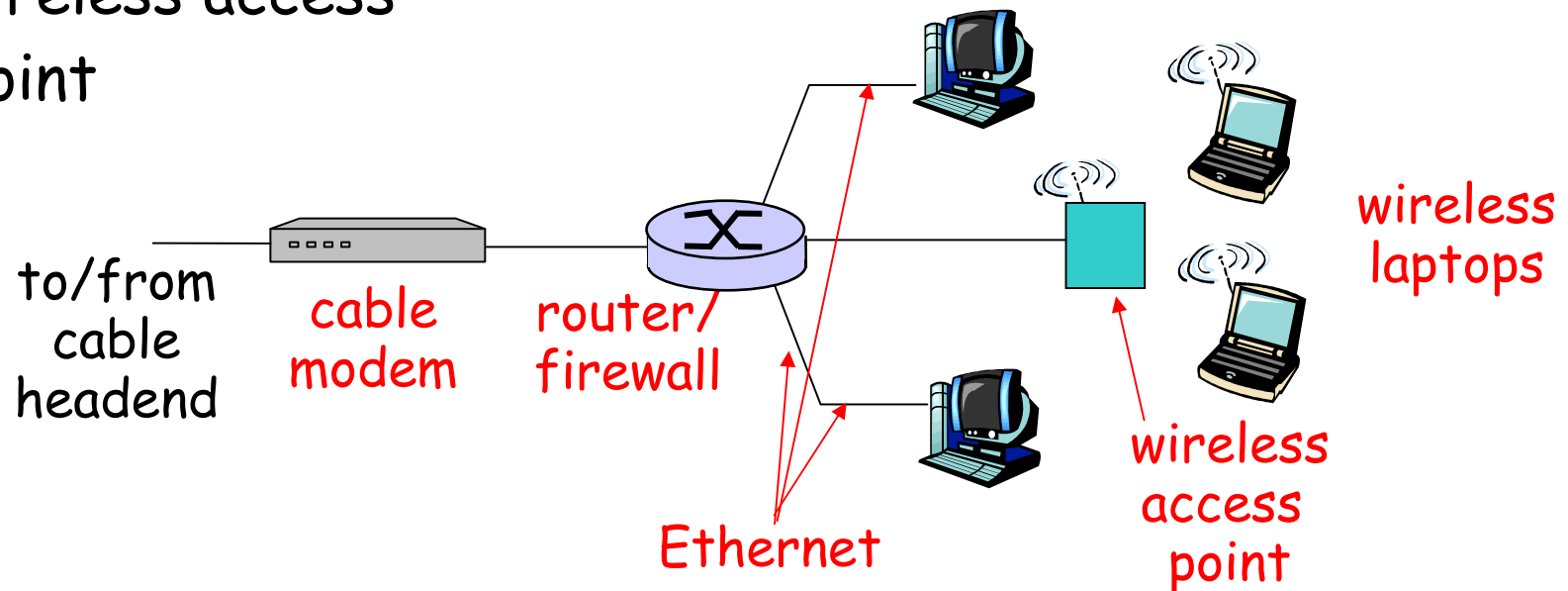
- redes de acesso sem fio compartilhada conecta um sistema final a um roteador
 - ❖ via estação base “access point”
- **wireless LANs:**
 - ❖ 802.11b/g (WiFi): 11 ou 54 Mbps
- **wider-area wireless access**
 - ❖ provided by telco operator
 - ❖ 3G ~ 384 kbps
 - o que vai acontecer??
 - ❖ GPRS



Rede residencial

Componentes típicos de uma rede residencial:

- ❑ ADSL ou cable modem
- ❑ roteador/firewall/NAT
- ❑ Ethernet
- ❑ wireless access point



Meios físicos

- ❑ **Bit:** se propagam entre os pares transmissor/receptor
- ❑ **enlace físico:** o que fica entre o transmissor e o receptor
- ❑ **meio guiado:**
 - ❖ o sinal se propaga em meio sólido: cobre, fibra, coaxial
- ❑ **meio não guiado:**
 - ❖ o sinal se propaga livremente, e.x., rádio

Par Trançado (Twisted Pair - TP)

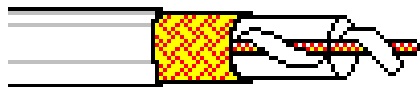
- ❑ dois fios de cobre trançados e isolados
 - ❖ Categoria 3: cabos de telefones tradicionais, 10 Mbps Ethernet
 - ❖ Categoria 5: 100Mbps Ethernet



Meios físicos: coaxial, fibra

Cabo coaxial:

- ❑ dois condutores de cobre concêntricos
- ❑ bidirecional
- ❑ banda básica:
 - ❖ único canal de transmissão no cabo
 - ❖ legado Ethernet
- ❑ banda larga:
 - ❖ vários canais no cabo
 - ❖ HFC



Fibras ópticas:

- ❑ fibras de vidro carregando pulsos de luz, cada pulso é um bit
- ❑ alta velocidade:
 - ❖ transmissões ponto a ponto (e.x., 10's-100's Gps)
- ❑ baixa taxa de erro: repetidores bem espaçados; imune ao ruído eletromagnético



Meio físico: rádio

- ❑ sinal transportado no espectro eletromagnético
- ❑ sem fios
- ❑ bidirecional
- ❑ efeitos no ambiente de propagação:
 - ❖ reflexão
 - ❖ obstrução por objetos
 - ❖ interferência

Tipos de enlaces de rádio:

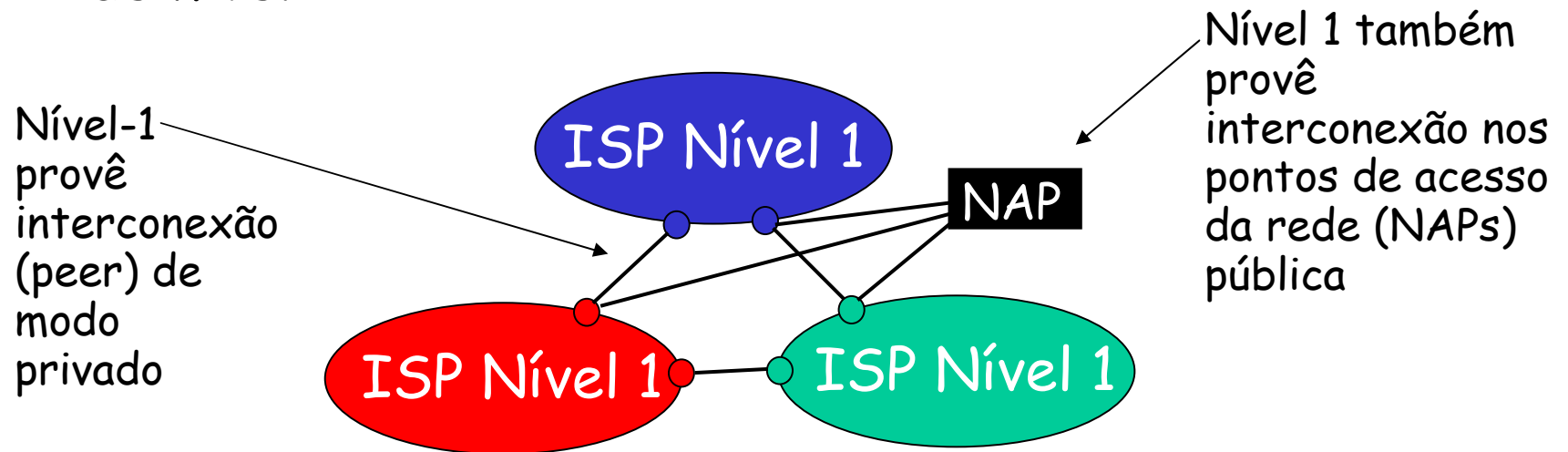
- ❑ **microndas terrestres**
 - ❖ e.x. canais de até 45 Mbps
- ❑ **LAN** (e.x., Wifi)
 - ❖ 11Mbps, 54 Mbps
- ❑ **wide-area** (e.x., celular)
 - ❖ e.x. 3G: centenas de kbps
- ❑ **satélite**
 - ❖ canais de Kbps à 45Mbps (ou vários canais menores)
 - ❖ atraso fim-a-fim de 270 ms
 - ❖ geoestacionários vs baixa altitude

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

- 1.1 O que é a Internet?
- 1.2 A periferia da Internet
- 1.3 O núcleo da rede
- 1.4 Redes de Acesso e meios físicos
- 1.5 ISPs e backbones da Internet
- 1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviços
- 1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

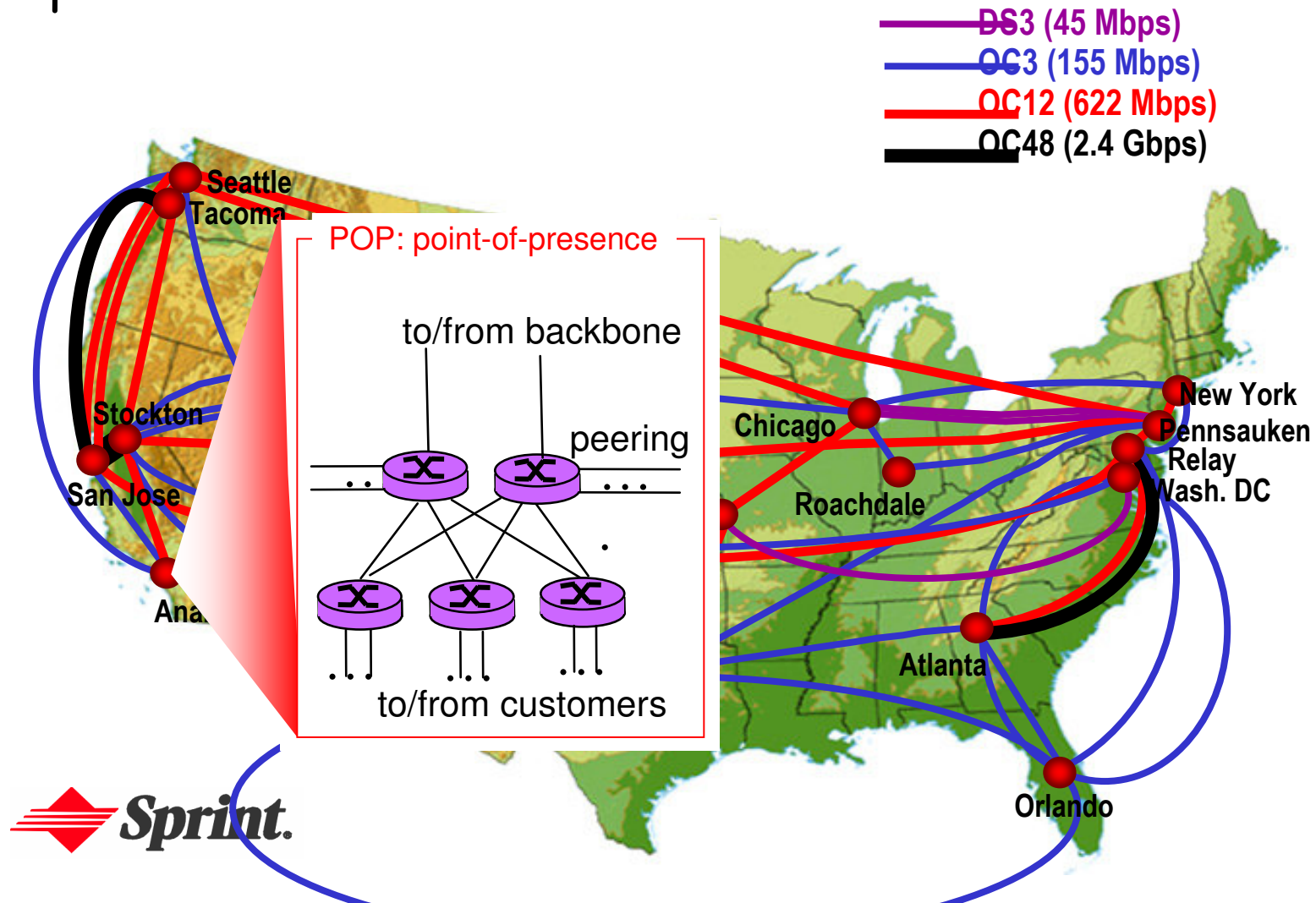
ISPs e backbones da internet

- grosseiramente hierárquica
- **no centro: ISPs "Nível-1"** (e.x., MCI, Sprint, AT&T, Cable and Wireless), cobertura nacional/internacional
 - ❖ conectam-se diretamente a cada um dos outros ISPs de nível 1



ISP Nível: e.x. Sprint

Sprint US backbone network



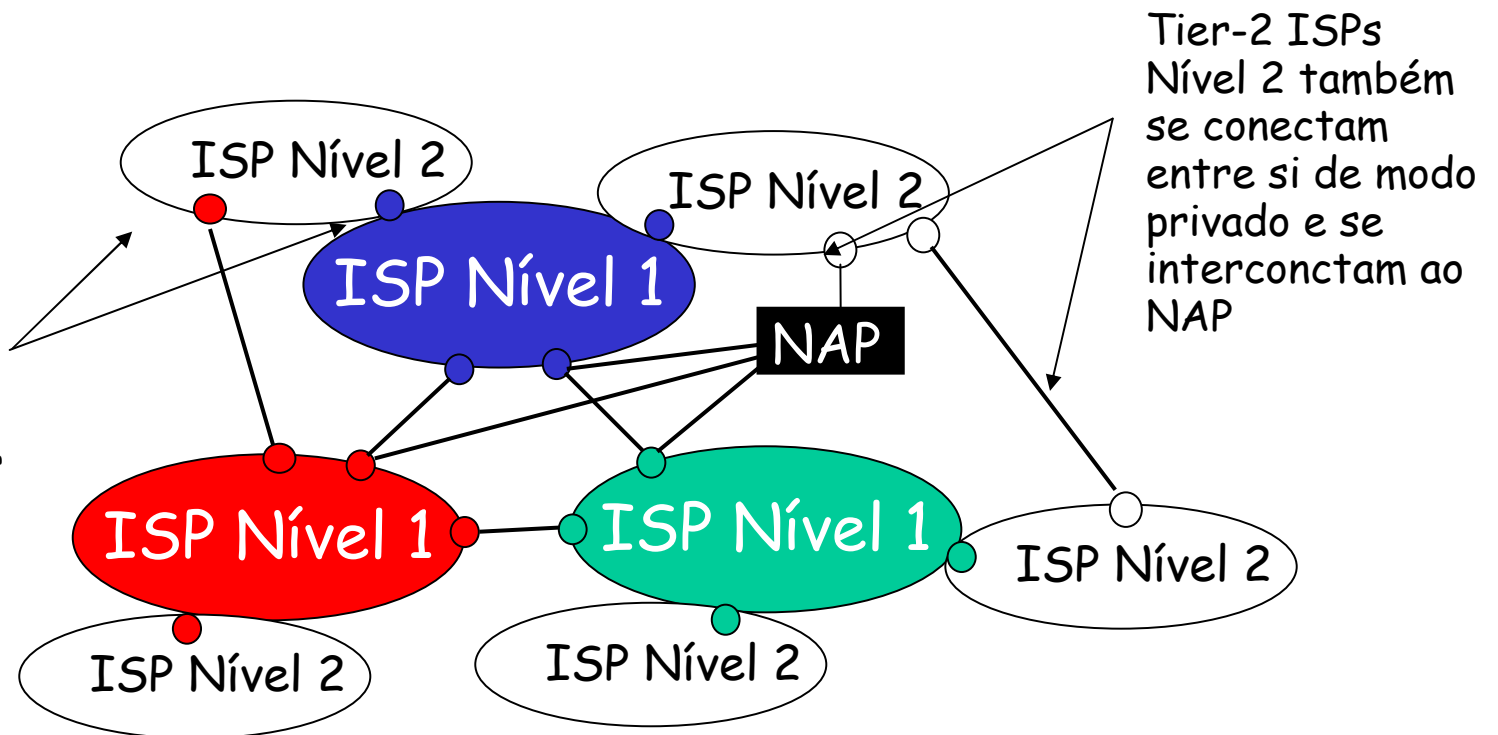
ISP: rede de redes

❑ ISPs "Nível 2": ISPs pequenas (regionais)

- ❖ Conectada a uma ou mais ISPs Nível 1, possivelmente a outras ISPs Nível 2

❑ ISP Nível 2 paga a ISP Nível 1 pela conectividade ao resto da Internet

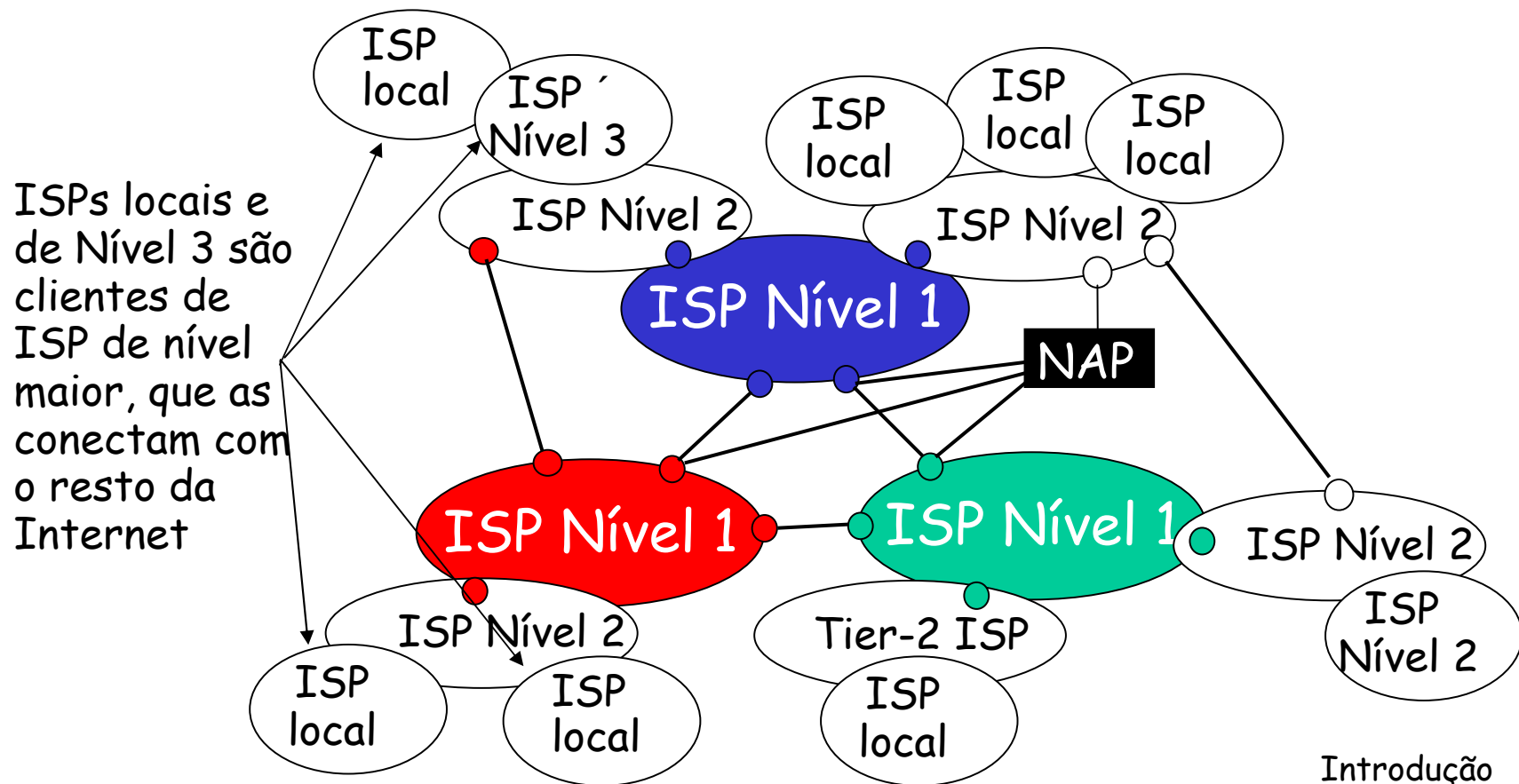
❑ ISP Nível 2 é o cliente do provedor Nível 1



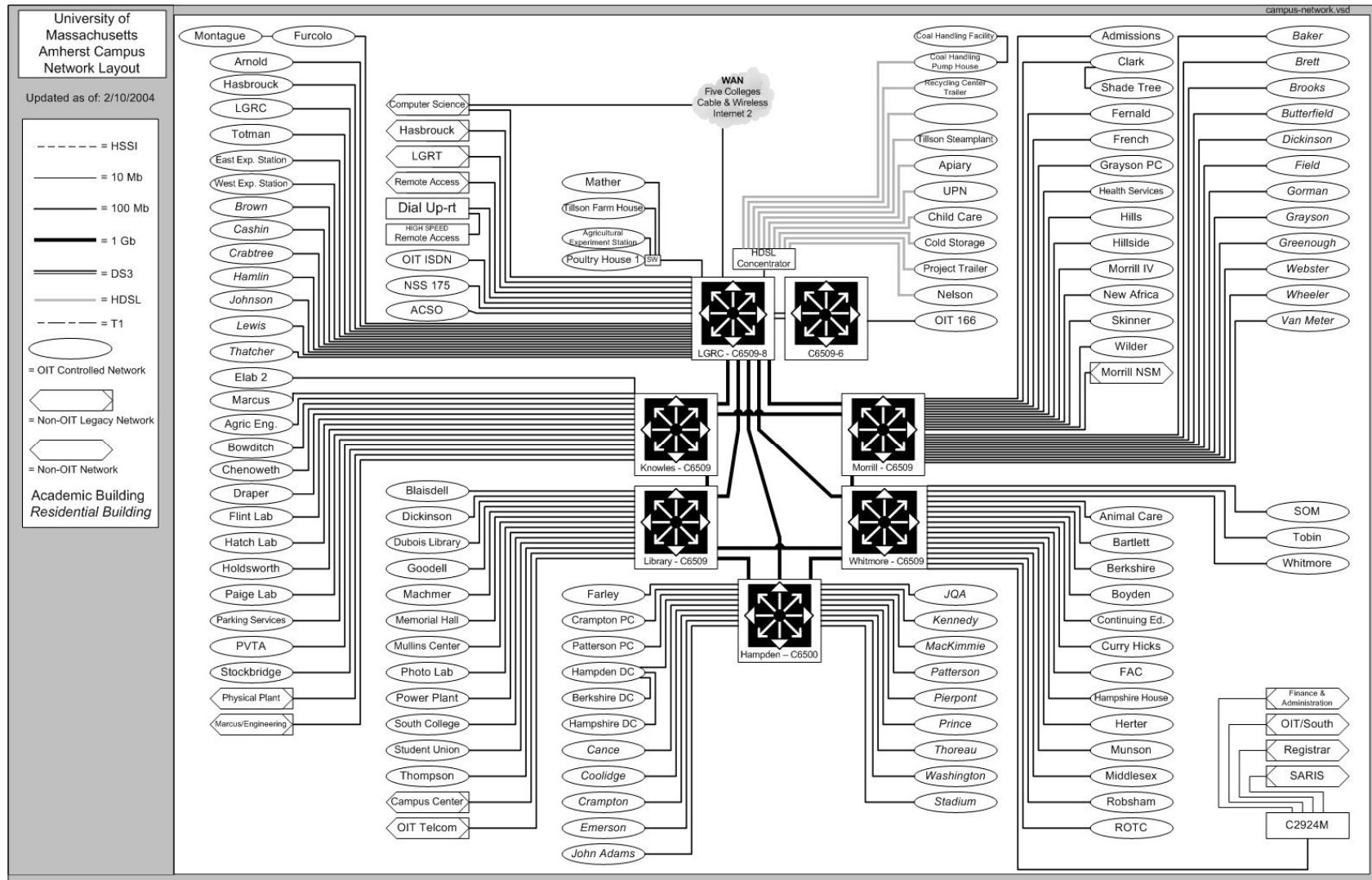
ISP: rede de redes

□ ISPs Nível 3 e ISPs locais

- ❖ O último rede de acesso (mais próximas dos sistemas finais)

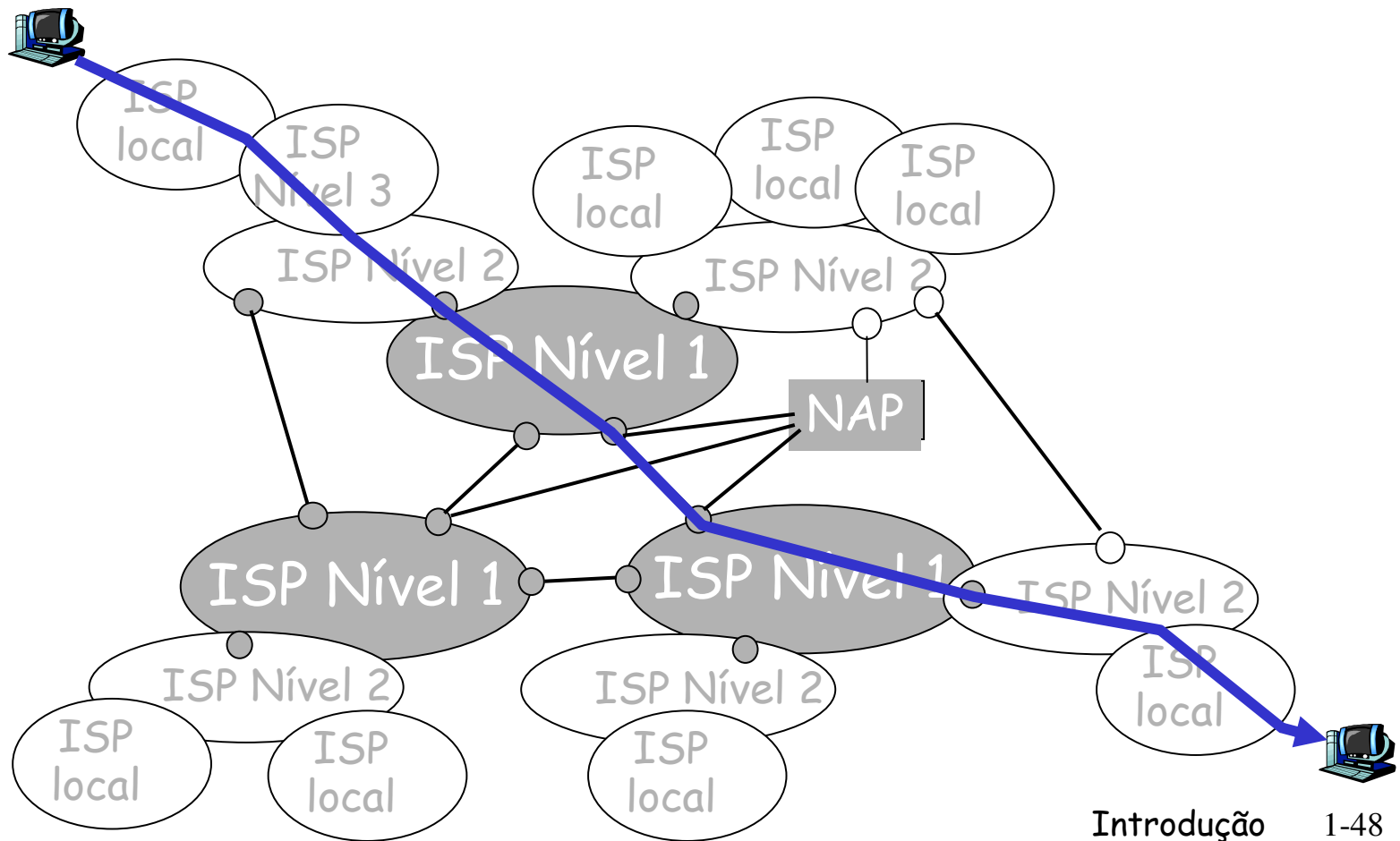


Rede do Campus da UMass



ISPs: rede de redes

- um pacote passa por muitas rede



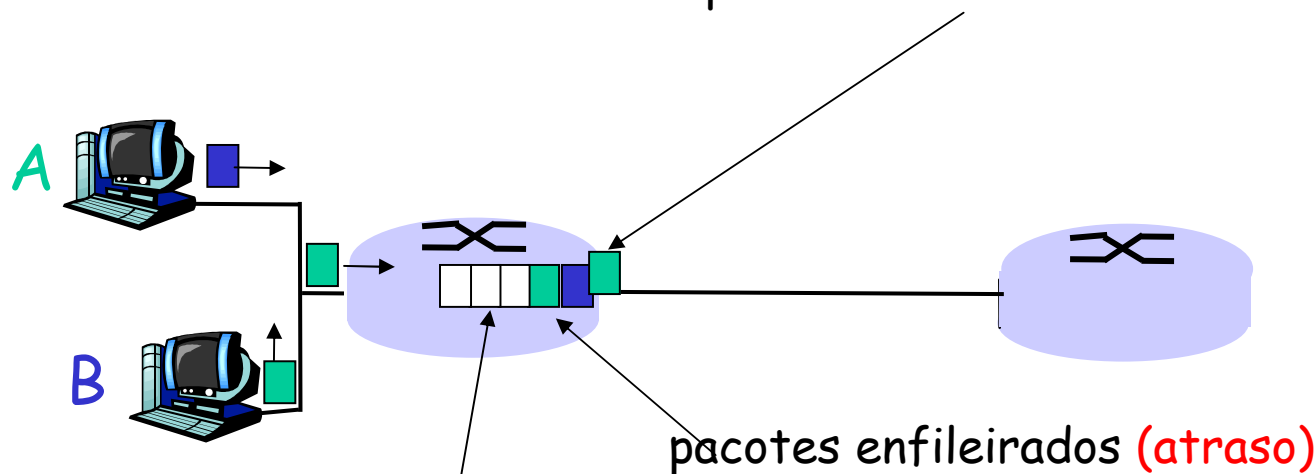
Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

- 1.1 O que é a Internet?
- 1.2 A periferia da Internet
- 1.3 O núcleo da rede
- 1.4 Redes de Acesso e meios físicos
- 1.5 ISPs e backbones da Internet
- 1.6 Atraso e Perdas em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolos e seus modelos de serviço
- 1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

Como perda e atraso ocorrem?

pacotes são enfileirados em buffers de roteadores

- a taxa de chegada de pacotes no enlace excede a capacidade de saída do enlace
- pacotes enfileirados esperam pela sua vez
pacotes sendo transmitidos (atraso)



buffers livres (disponíveis): pacotes que chegam são descartados (perdidos) se não houver buffer livre

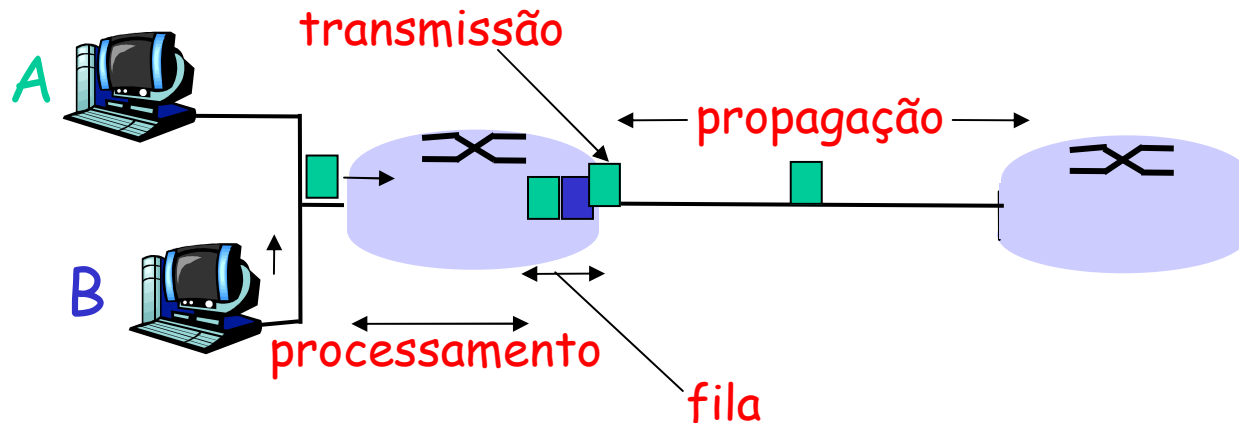
Quatros tipos de atrasos de pacotes

❑ 1. processamento:

- ❖ checagem de erros (bit)
- ❖ determina o enlace de saída

❑ 2. fila

- ❖ tempo de espera em um enlace de saída para transmissão
- ❖ depende do nível de congestionamento do roteador



Atraso em rede de comutação de pacotes

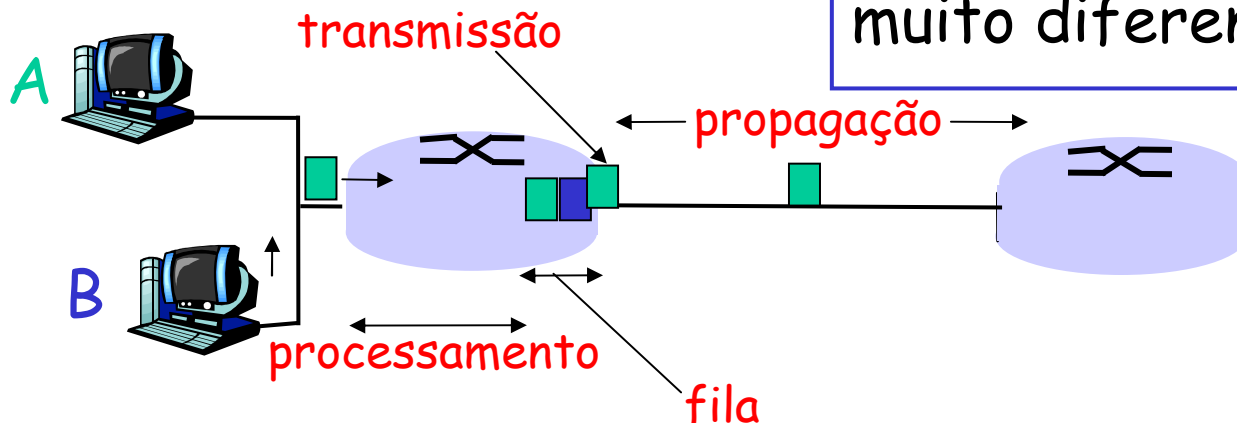
3. Transmissão:

- ❑ R = largura de banda do enlace (bps)
- ❑ L = tamanho do pacote (bits)
- ❑ tempo para enviar bits no enlace = L/R

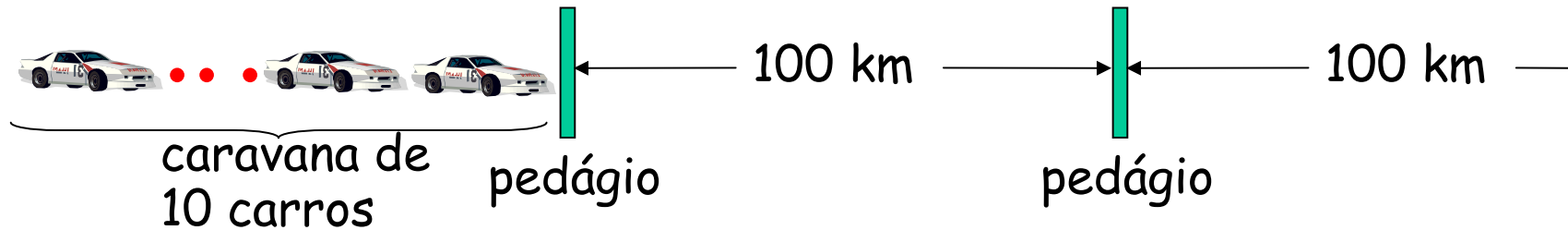
4. Propagação:

- ❑ d = tamanho do enlace físico
- ❑ s = velocidade de propagação no meio ($\sim 2 \times 10^8$ m/s)
- ❑ atraso de propagação = d/s

Note: \underline{s} e \underline{R} são quantidades muito diferentes!

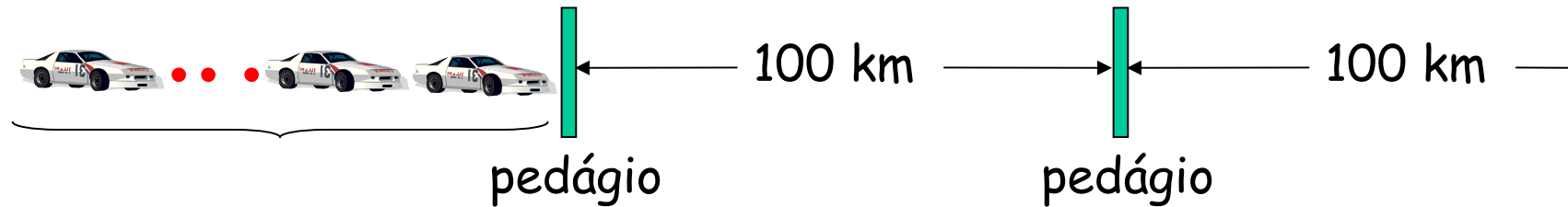


Analogia da caravana



- Os carros se “propagam” a 100 km/h
- O pedágio leva 12 seg para liberar um carro (tempo de transmissão)
- carro ~ bit; caravana ~ pacote
- P: Quanto tempo leva para toda a caravana chegue até o segundo pedágio?
- O tempo para “empurrar” toda a caravana pelo pedágio na rodovia = $12 \times 10 = 120 \text{ seg}$
- O tempo para um carro se propagar do 1 ao 2 pedágio: $100 \text{ km} / (100 \text{ km/h}) = 1 \text{ h}$
- R: 62 minutos

Analogia da caravana (mais)



- Agora os carros se "propagam" 1000 km/h
- o pedágio leva 1 min para liberar o carro
- P: Será se quando os carros chegarem no pedágio 2, ainda haverá carros esperando no pedágio 1?

- Sim! Depois de 7 minutos, o primeiro carro chega no segundo pedágio e ainda 3 carros estarão no primeiro pedágio
- o primeiro bit de um pacote pode chegar no no segundo roteador antes que todo o pacote seja transmitido pelo roteador 1!

Atraso nodal

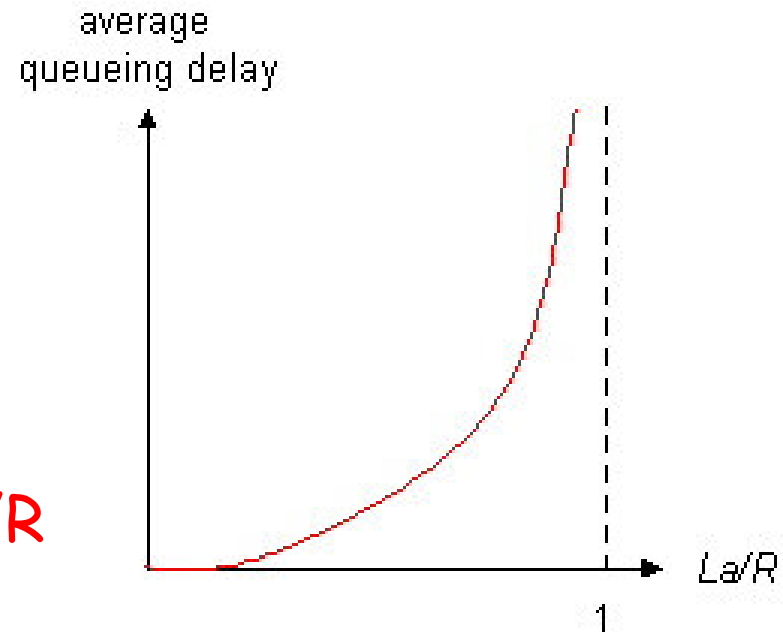
$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{fila}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- d_{proc} = atraso de processamento
 - ❖ em geral, alguns microssegundos ou menos
- d_{fila} = atraso de fila
 - ❖ depende do congestionamento
- d_{trans} = atraso de transmissão
 - ❖ $= L/R$, significativa para ences de baixa velocidade
- d_{prop} = atraso de propagação
 - ❖ de alguns microssegundos a centenas de milissegundos

Atraso de fila

- R = largura de banda (bps)
- L = tam do pacote (bits)
- a = taxa média de chegada de pacotes (pacotes/s)

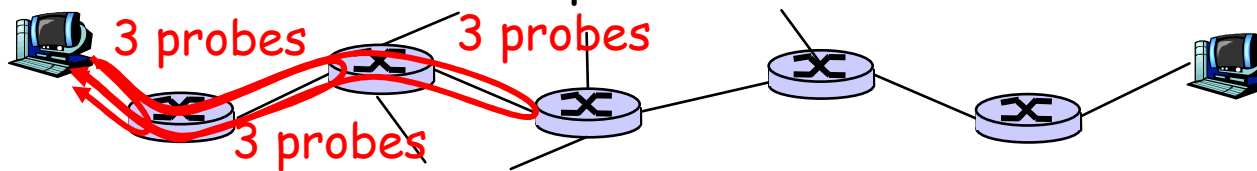
intensidade de tráfego = La/R



- $La/R \sim 0$: atraso médio na fila pequeno
- $La/R \rightarrow 1$: atraso se torna grande
- $La/R > 1$: mais "trabalho" chegando do que ser atendido, atraso médio tende ao infinito!

Atrasos "reais" da Internet delays e rotas


- ❑ Com o que o atraso "real" da Internet e perdas se parece?
- ❑ Traceroute program: prover a medição de atraso da fonte ao roteador no caminho fim a fim da Internet em direção ao destino. Para todo i :
 - ❖ envia 3 pacotes que alcançarão o roteador i no caminho em direção ao destino
 - ❖ roteador i retornará os pacotes para a fonte destes
 - ❖ aquele que envia marca o tempo do intervalo entre a transmissão e a resposta.



Atrasos "reais" da Internet delays e rotas

traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

Três medições de atraso do
gaia.cs.umass.edu ao cs-gw.cs.umass.edu



1 cs-gw (128.119.240.254) 1 ms 1 ms 2 ms
2 border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145) 1 ms 1 ms 2 ms
3 cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130) 6 ms 5 ms 5 ms
4 jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129) 16 ms 11 ms 13 ms
5 jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136) 21 ms 18 ms 18 ms
6 abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9) 22 ms 18 ms 22 ms
7 nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46) 22 ms 22 ms 22 ms
8 62.40.103.253 (62.40.103.253) 104 ms 109 ms 106 ms
9 de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129) 109 ms 102 ms 104 ms
10 de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50) 113 ms 121 ms 114 ms
11 renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54) 112 ms 114 ms 112 ms
12 nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13) 111 ms 114 ms 116 ms
13 nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102) 123 ms 125 ms 124 ms
14 r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110) 126 ms 126 ms 124 ms
15 eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54) 135 ms 128 ms 133 ms
16 194.214.211.25 (194.214.211.25) 126 ms 128 ms 126 ms
17 * * *
18 * * *
19 fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142) 132 ms 128 ms 136 ms

enlace
transoceânico

* significa nenhuma resposta (perda de probe, roteador não
pode responder)

Perda de pacote

- ❑ a fila (buffer) precedente em um enlace tem uma capacidade finita
- ❑ quando um pacote chega a uma fila cheia, o pacote é descartado(perdido)
- ❑ o pacote perdido pode ser retransmitido pelo nó anterior, pelo host (sistema final), ou não é retransmitido

Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

- 1.1 O que é a Internet?
- 1.2 A periferia da Internet
- 1.3 O núcleo da rede
- 1.4 Redes de Acesso e meios físicos
- 1.5 ISPs e backbones da Internet
- 1.6 Datraso e perdas em rede de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviço
- 1.8 História das Redes de Computadores e da Internet

"Camadas" de Protocolos

Redes são complexas!

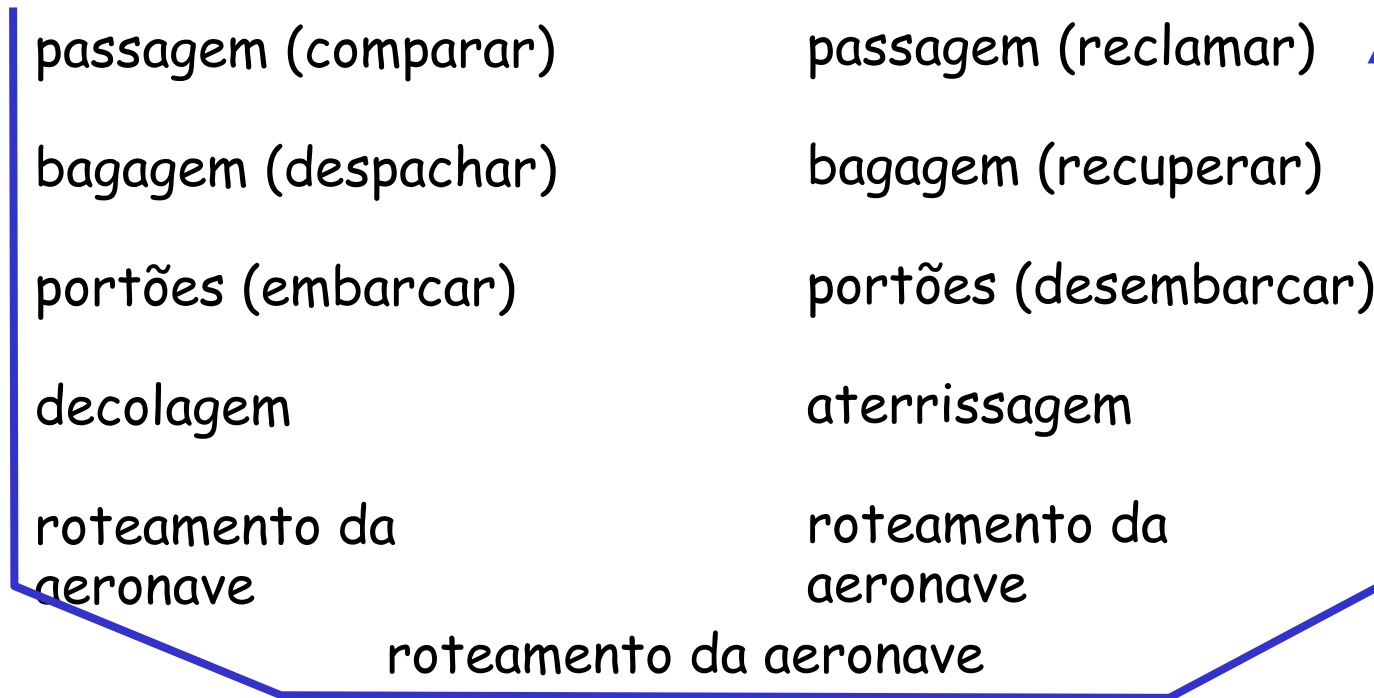
- ❑ muitos "pedaços":
 - ❖ hosts
 - ❖ roteadores
 - ❖ enlaces de várias tipos de meios
 - ❖ aplicações
 - ❖ protocolos
 - ❖ hardware, software

Pergunta:

Há alguma esperança em
organizar a estrutura
da rede?

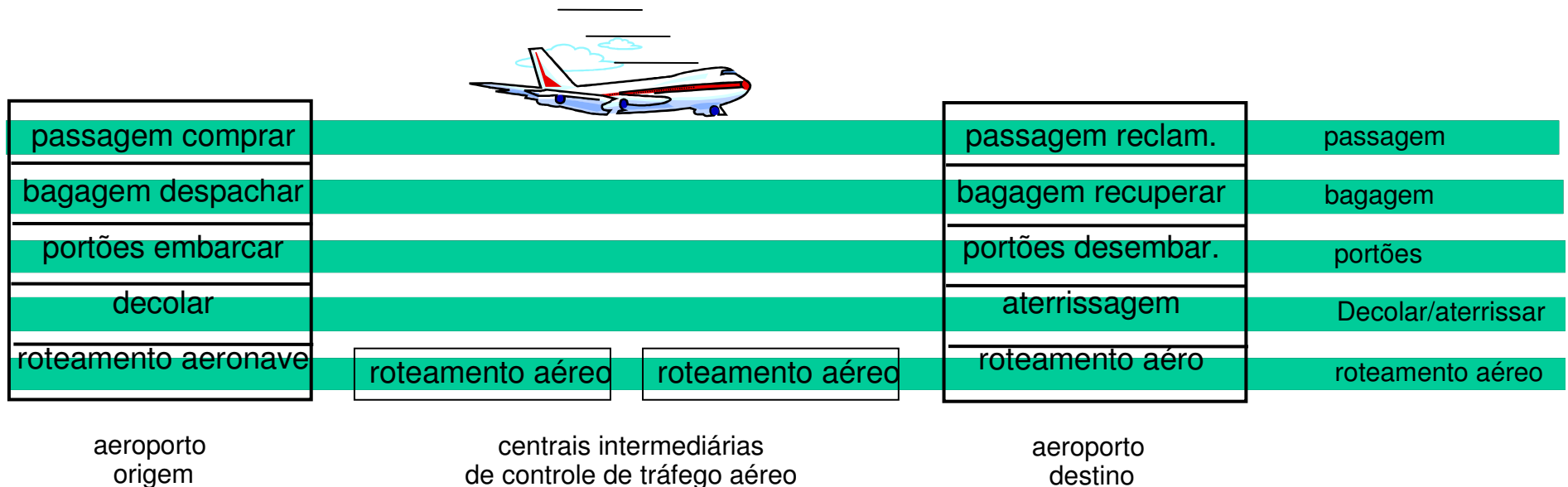
Ou no mínimo nossa
discussão de redes?

Organização de uma viagem aérea



□ uma série de passos

Camadas de funcionalidade da linha aérea



Camadas: cada camada implementa um serviço

- ❖ através de suas próprias ações internas
- ❖ confiando em serviços fornecidos pela camada de baixo

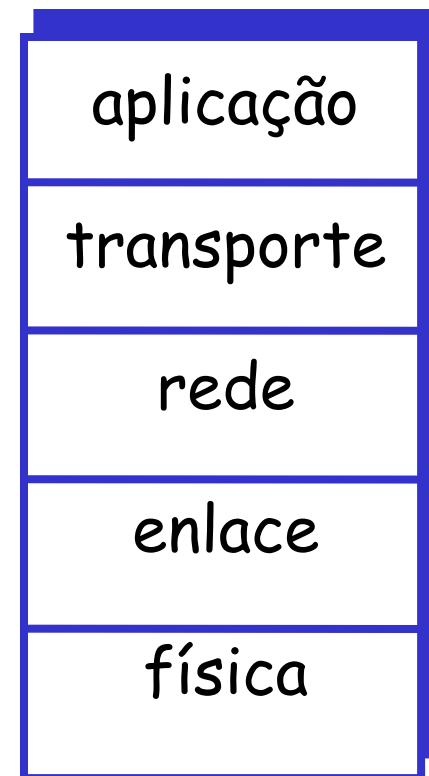
Por que camadas?

Lidar com sistemas complexos:

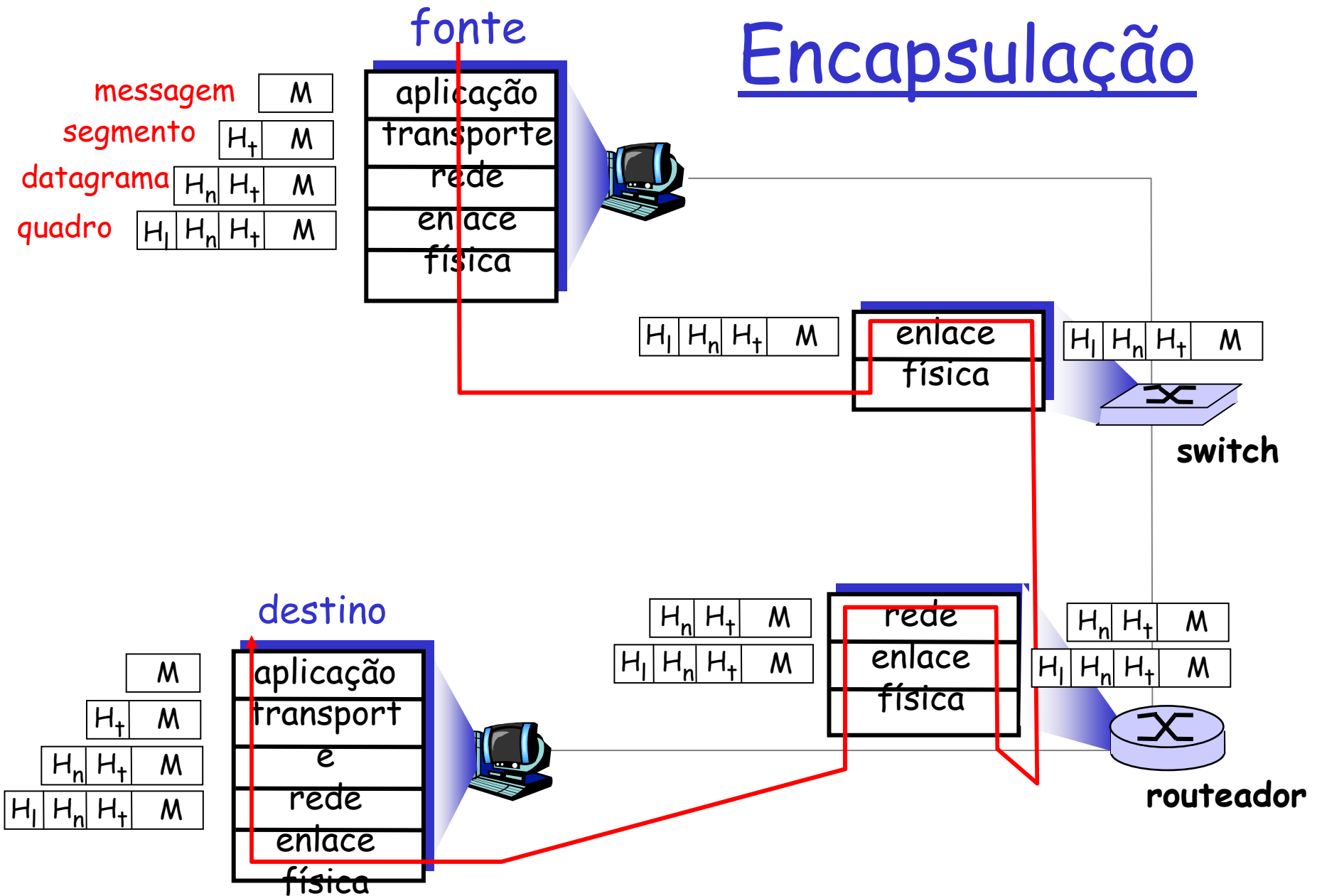
- ❑ estrutura explícita permite a identificação, o relacionamento de pedaços de um sistema complexo
 - ❖ **modelo de referência** em camadas permite a discussão da arquitetura
- ❑ modularização facilita a manutenção, atualização do sistema
 - ❖ a mudança de implementação de um serviço de uma camada é transparente ao resto do sistema
 - ❖ e.x. novas regras de embarque de passageiro não afetam os procedimentos de decolagem
- ❑ a divisão em camadas é considerada perigosa?

Pilha de protocolo da Internet

- ❑ **aplicação:** suporte a aplicações de rede
 - ❖ FTP, SMTP, HTTP
- ❑ **transporte:** transferência de dados
 - ❖ TCP, UDP
- ❑ **rede:** roteamento de datagramas da fonte ao destino
 - ❖ IP, protocolos de roteamento
- ❑ **enlace:** transferência entre elementos vizinhos
 - ❖ PPP, Ethernet
- ❑ **physical:** bits "nos fios"



Encapsulação



Capítulo 1: Redes de Computadores e a Internet - Introdução

- 1.1 O que é a Internet?
- 1.2 A periferia da Internet
- 1.3 O núcleo da rede
- 1.4 Redes de Acesso e meios físicos
- 1.5 ISPs e backbones da Internet
- 1.6 Datraso e perdas em rede de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de Protocolos e seus modelos de serviço
- 1.8 Historia das Redes de Computadores e da Internet

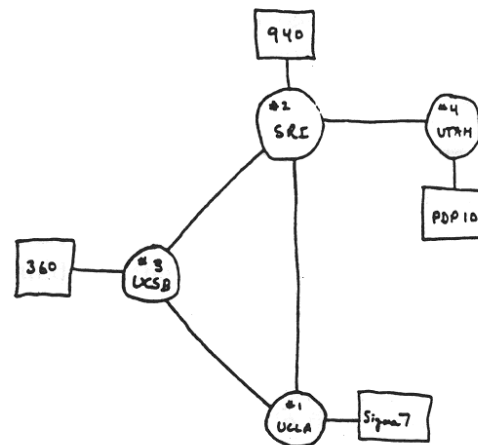
História da Internet

1961-1972: Primeiros princípios da comutação de pacotes

- ❑ 1961: Kleinrock - teoria das filas mostra a efetividade da comutação de pacotes
- ❑ 1964: Baran - comutação de pacotes em redes militares
- ❑ 1967: ARPAnet concebida pela Advanced Research Projects Agency
- ❑ 1969: primeiro nó operacional da ARPAnet

❑ 1972:

- ❖ demonstração pública da ARPAnet
- ❖ NCP (Network Control Protocol) primeiro protocolo host-host
- ❖ primeiro programa de email
- ❖ ARPAnet tem 15 nós



THE ARPA NETWORK

História da Internet

1972-1980: Inter-redes, novas redes privadas

- ❑ 1970: rede de satélite ALOHAnet no Hawaii
- ❑ 1974: Cerf and Kahn - arquitetura para interligar redes
- ❑ 1976: Ethernet na Xerox PARC
- ❑ final de 70: arquiteturas proprietárias: DECnet, SNA, XNA
- ❑ final de 70: comutação de pacotes de tamanhos fixos (precursor do ATM)
- ❑ 1979: ARPAnet tem 200 nós

Princípios de inter-redes de Cerf e Kahn:

- ❖ minimalismo, autonomia - sem mudanças internas requeridas a interconexão de redes
- ❖ modelo do melhor esforço
- ❖ roteadores que não mantêm o estado das conexões
- ❖ controle descentralizado

define a arquitetura da Internet de hoje

História da Internet

1980-1990: novos protocolos, uma proliferação de redes

- ❑ 1983: emprego TCP/IP
- ❑ 1982: definição do protocolo de email smtp
- ❑ 1983: DNS definido para tradução de nome-para-endereço-IP
- ❑ 1985: definido o protocolo ftp
- ❑ 1988: controle de congestionamento TCP
- ❑ novas redes nacionais: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- ❑ 100.000 hosts conectados a uma confederação de redes

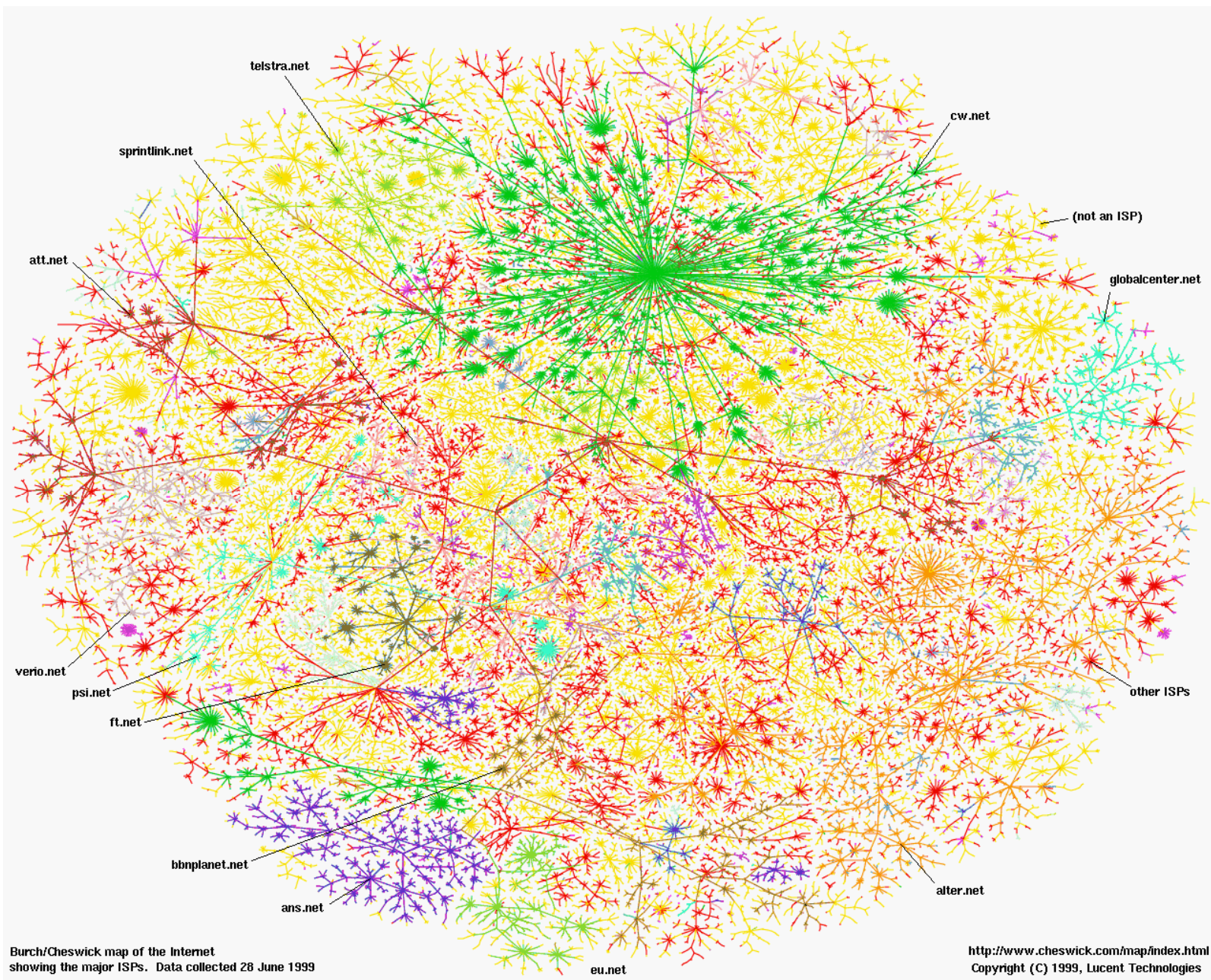
História da Internet

1990, 2000's: comercialização, a Web, novas aplicações

- ❑ **Começo 1990:** ARPAnet decomissionada
- ❑ **1991:** NSF não restringe mais o uso comercial da NSFnet (decomissionada, 1995)
- ❑ **começo 1990s:** Web
 - ❖ hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - ❖ HTML, HTTP: Berners-Lee
 - ❖ 1994: Mosaic, mais tarde Netscape
 - ❖ Mais tarde 1990's: comercialização na Web

Fim 1990's - 2000's:

- ❑ mais aplicações: mensagem instantânea, P2P, compartilhamento de arquivos
- ❑ segurança de redes à dianteira
- ❑ est. 50 milhs de hosts, 100 milhões de usuários
- ❑ enlaces de backbone operando Gbps



Introdução: Resumo

Cobriu uma "tonelada" de material!

- ❑ Visão geral da Internet
- ❑ O que é um protocolo?
- ❑ rede de borda, de núcleo, de acesso
 - ❖ comutação de pacote versus comutação de circuitos
- ❑ Estrutura da Internet/ISP
- ❑ desempenho: perda, atraso
- ❑ camadas e modelos de serviços
- ❑ história

Agora você tem:

- ❑ contexto, visão, "sente" rede de computadores
- ❑ mais aprofundamentos, detalhes *logo em seguida!*

Exercícios de fixação

- ❑ Livro: Redes de Computadores e a Internet- uma abordagem top-down, 3ª edição, James F. Kurose e Keith W. Ross
- ❑ Capítulo 1 Questões de revisão
- ❑ Páginas 47 e 48