

INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Redes e Telecomunicações

AGENDA



1. Apresentação

2. Livros

3. Acordo de
Convivência

4. - Internet

5. - Borda de Rede

6. -Camadas de
Protocolo

7. -

8. -

Apresentação

FORMAÇÃO ACADÊMICA

- ◆ Graduado em Telemática/Telecomunicações - IFCE (2002 - 2008)
- ◆ Especialista em Engenharia de Software - FA7 (2011 - 2013)
- ◆ MSc em Engenharia de Software - UFPE (2011 - 2015)

CURRÍCULO PROFISSIONAL

- ◆ Atuei 4 anos na empresa privada
- ◆ 10 anos no ambiente Público
- ◆ Atualmente Líder Técnico de 45 Projetos de Tecnologia na SEPOG/PMF

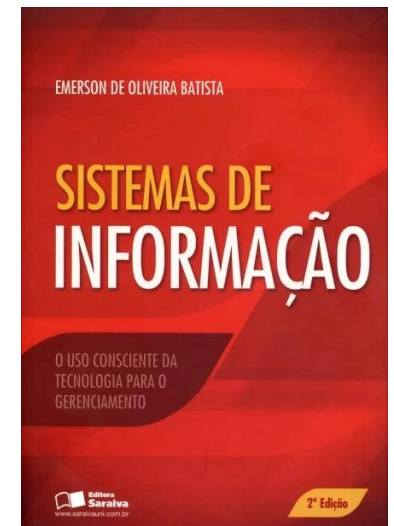
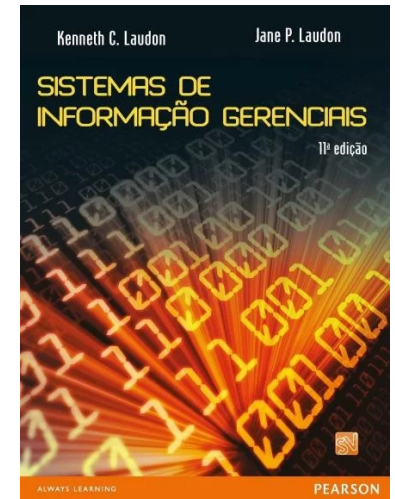
Apresentação

DOCÊNCIA

- ◆ Professor Substituto das Disciplinas de Sistemas de Informação – FA7 (2011 - 2012)
- ◆ Professor da Especialização em Sistemas WEB – FJN (2011 - 2012)
- ◆ Professor de Bancas de graduação em Sistemas de Informações – FA7 (2012)
- ◆ Professor dos Cursos de Tecnologia da Unifanor (2015 – 2018)
- ◆ Professor do Curso de Tecnologia da Unichristus (2018 - Atual)

Livros

- **Sistemas de Informação Gerenciais** - 11ª Ed. 2014 -
Laudon, Kenneth C.; Jane P. Laudon - Pearson
- **Sistemas de Informação - o Uso Consciente da Tecnologia
Para o Gerenciamento** - 2ª Ed. 2012 - Batista, Emerson de O.



- ◆ Fundamentos de computação, arquiteturas de computadores e sistemas operacionais. Ambientes de processamento automatizado de informações.
- ◆ Evolução das profissões e características do profissional de sistemas de informação.
- ◆ Conceitos básicos: dado, informação e conhecimento.
- ◆ Computador e seus elementos básicos.
- ◆ Internet e Redes de Computadores – modelos e usos.
- ◆ Fundamentos de sistemas de informação.
- ◆ Classificação dos sistemas de informação.
- ◆ Conceitos e usos da Segurança de dados.
- ◆ Etapas da Especificação e do projeto de sistemas de informação.

Dicas de Convivência

- ◆ Horários
- ◆ Conversas
- ◆ Dúvidas
- ◆ Celular
- ◆ Avaliações





Questionamentos



Nossos objetivos:

- Obter contexto, terminologia, “sentimento” sobre redes
- Maior profundidade e detalhes serão vistos depois no curso
- Abordagem:
- Usar a Internet como exemplo

Visão geral:

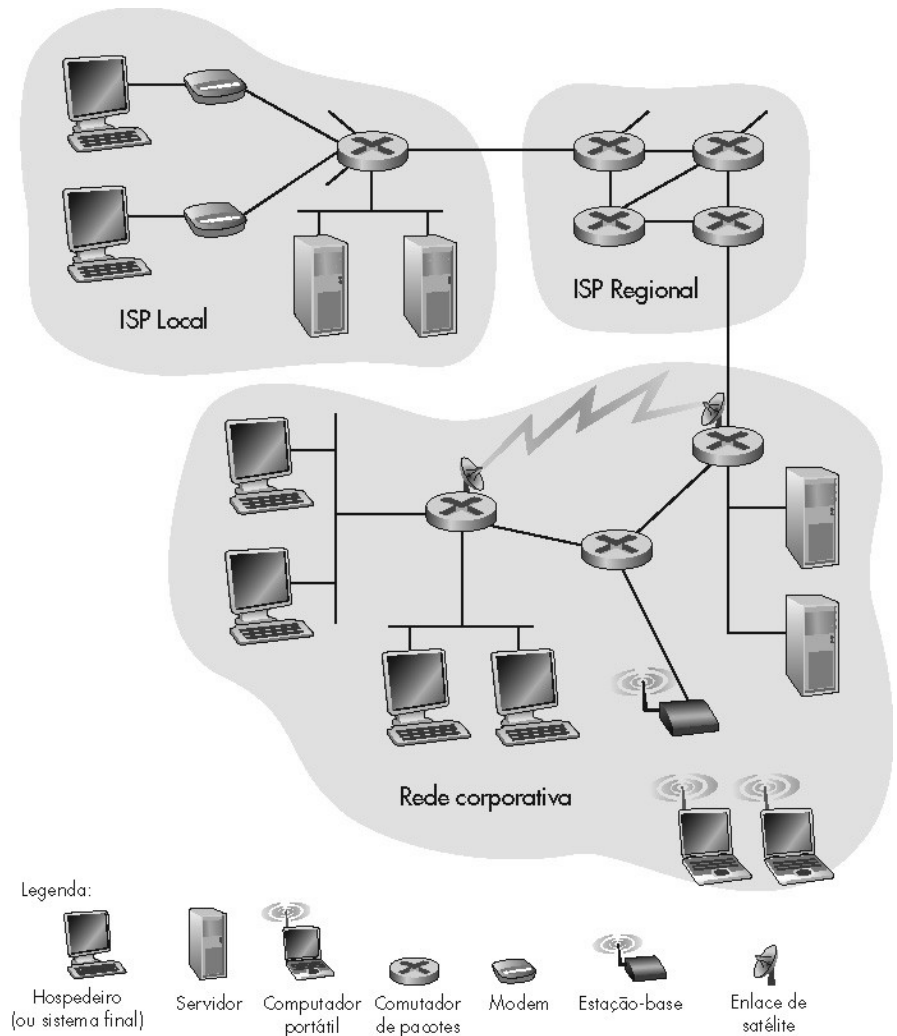
- O que é a Internet
- O que é um protocolo?
- Bordas da rede
- Núcleo da rede
- Rede de acesso e meio físico
- Estrutura de Internet/ISP
- Desempenho: perda, atraso
- Camadas de protocolo, modelos de serviços
- Modelagem de redes

Redes de computadores e a Internet

- **1.1 O que é Internet?**
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

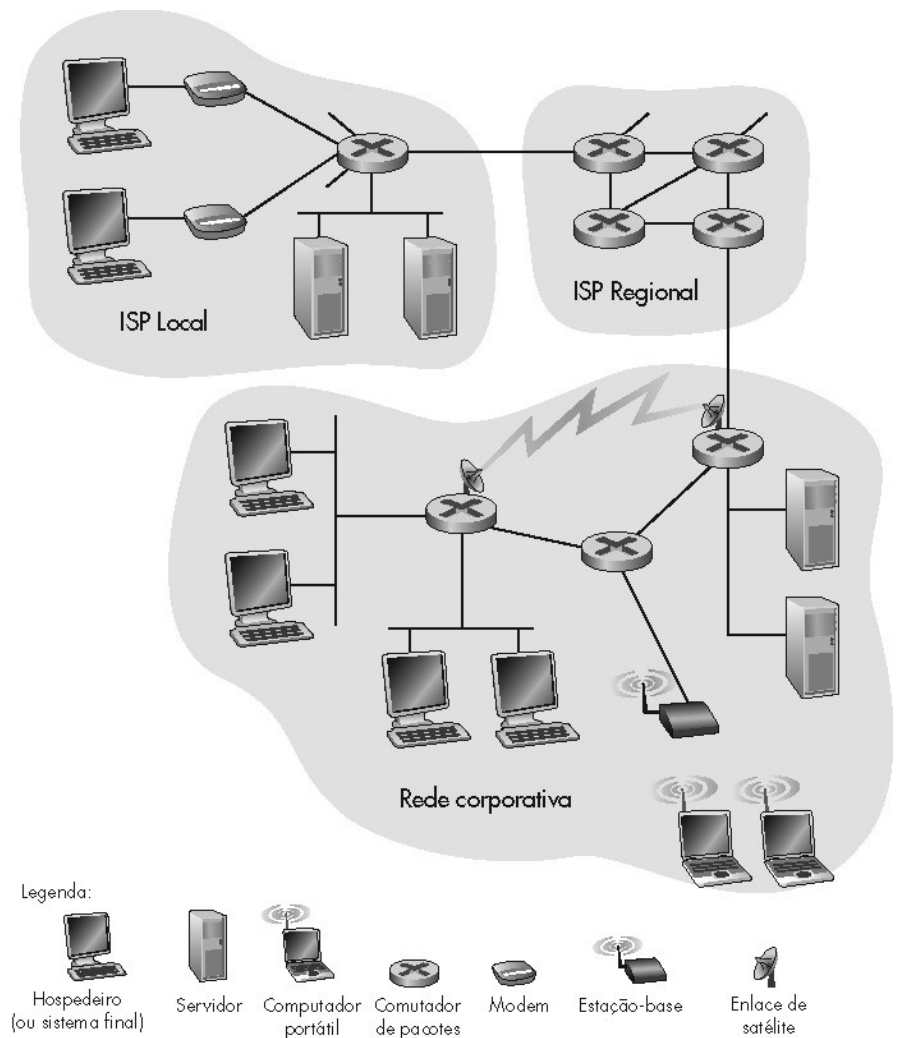
Redes de computadores e a Internet

- Milhões de elementos de computação interligados:
hospedeiros = sistemas finais
- Executando aplicações distribuídas
- Enlaces de comunicação
fibra, cobre, rádio, satélite
taxa de transmissão = largura
de banda
- Roteadores: enviam pacotes
blocos de dados)



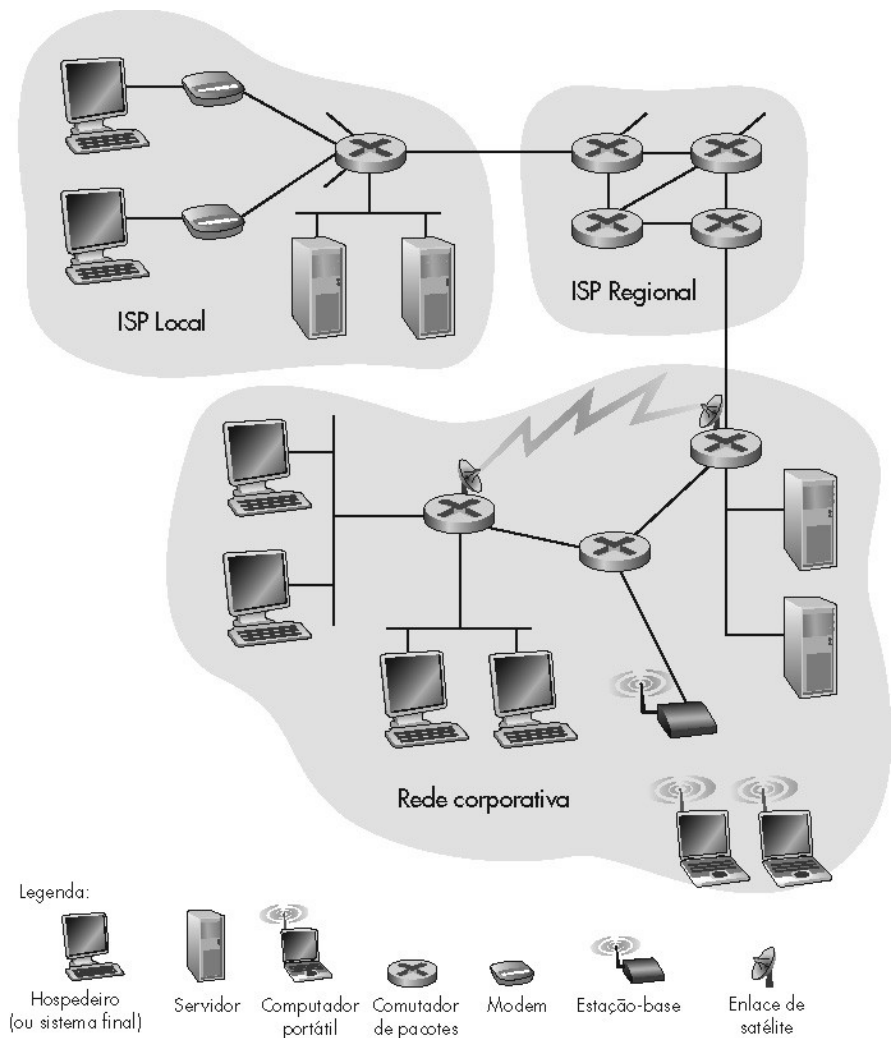
Redes de computadores e a Internet

- **Protocolos:** controlam o envio e a recepção de mensagens
ex.: TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- **Internet:** “rede de redes”
fracamente hierárquica
Internet pública e Internets privadas (intranets)
- Internet standards
RFC: Request for comments
IETF: Internet Engineering Task Force



Redes de computadores e a Internet

- **Infra-estrutura de comunicação** permite aplicações distribuídas: Web, e-mail, jogos, e-commerce, compartilhamento de arquivos
- **Serviços de comunicação oferecidos:** sem conexão orientado à conexão



Redes de computadores e a Internet

Protocolos humanos:

- “Que horas são?”
- “Eu tenho uma pergunta.”
- Apresentações
- ... msgs específicas enviadas
- ... ações específicas tomadas mquando msgs são recebidas ou outros eventos

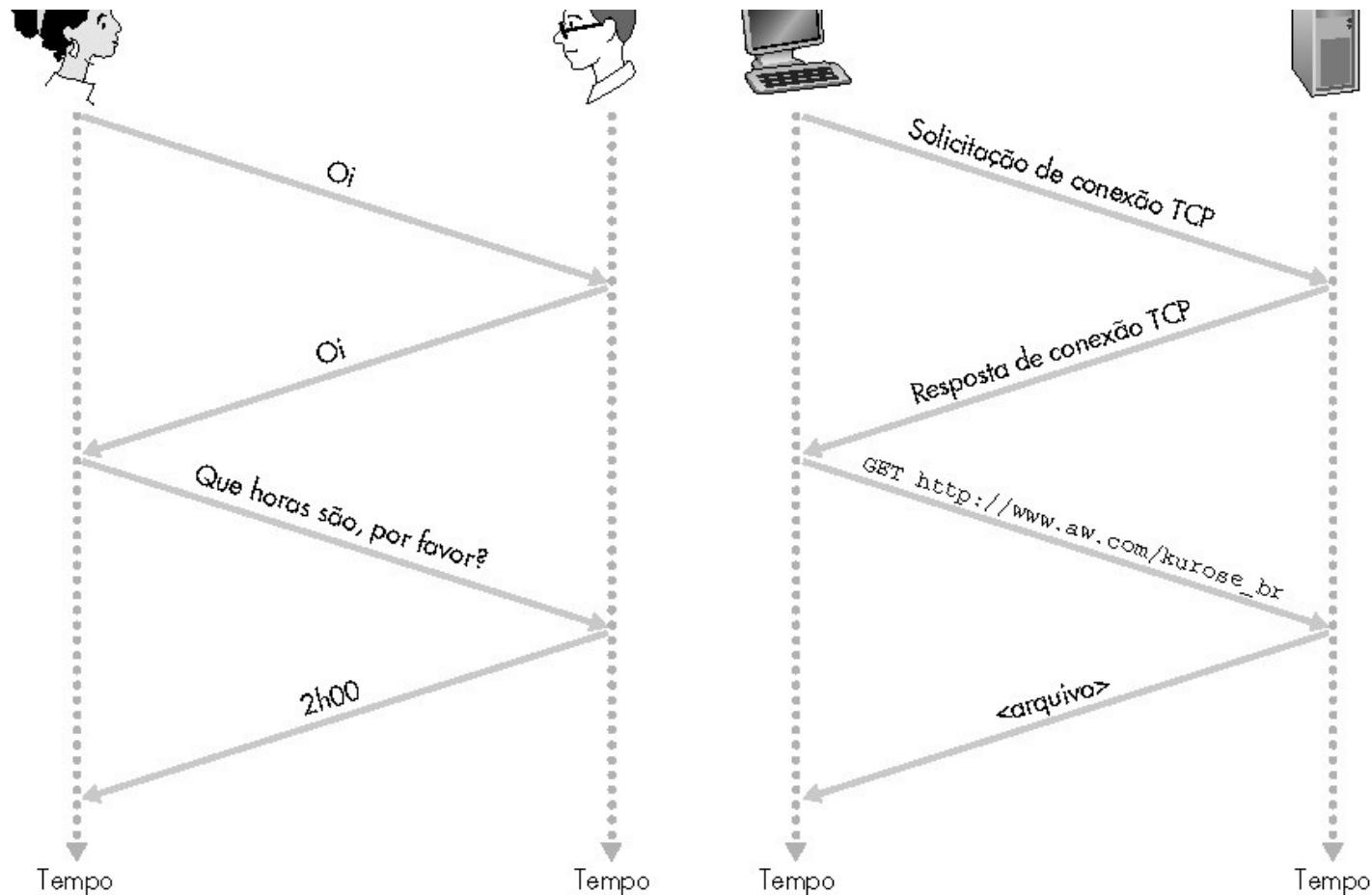
Protocolos de rede:

- Máquinas em vez de humanos
- Toda atividade de comunicação na Internet é governada por protocolos

PROTOCOLOS DEFINEM OS FORMATOS, A ORDEM DAS MSGS ENVIADAS E RECEBIDAS PELAS ENTIDADES DE REDE E AS AÇÕES A SEREM TOMADAS NA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE MENSAGENS

Redes de computadores e a Internet

Um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores:

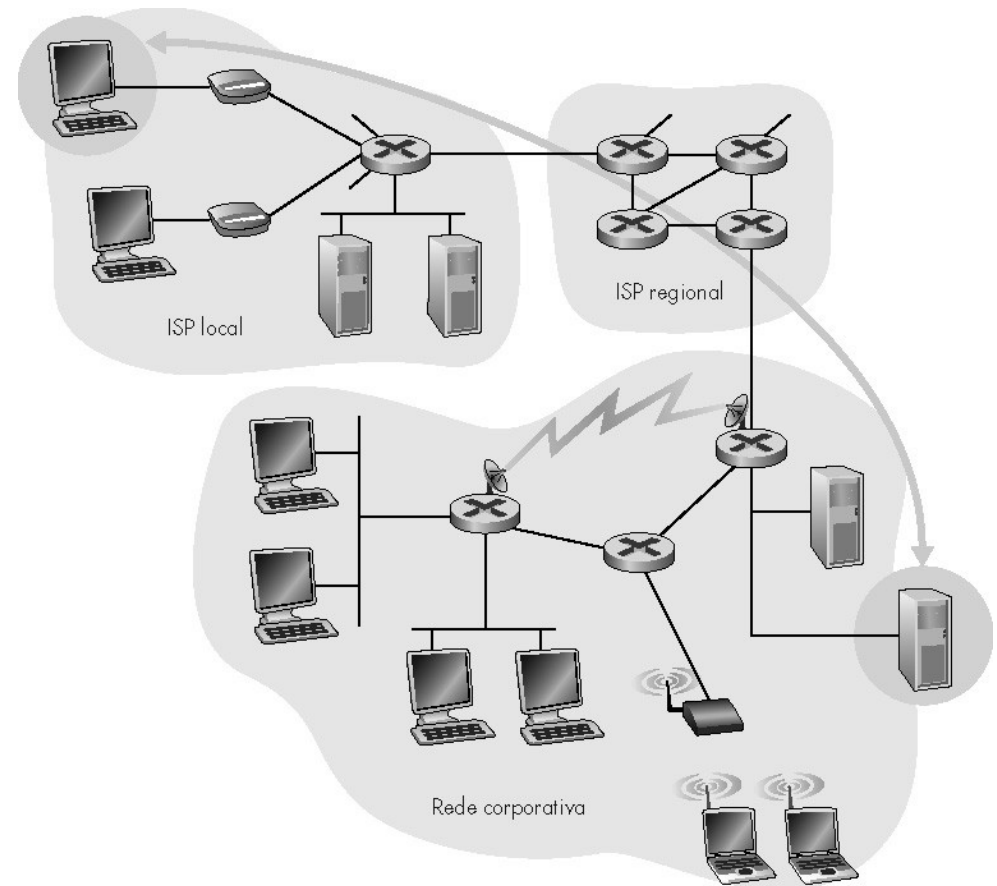


Redes de computadores e a Internet

- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

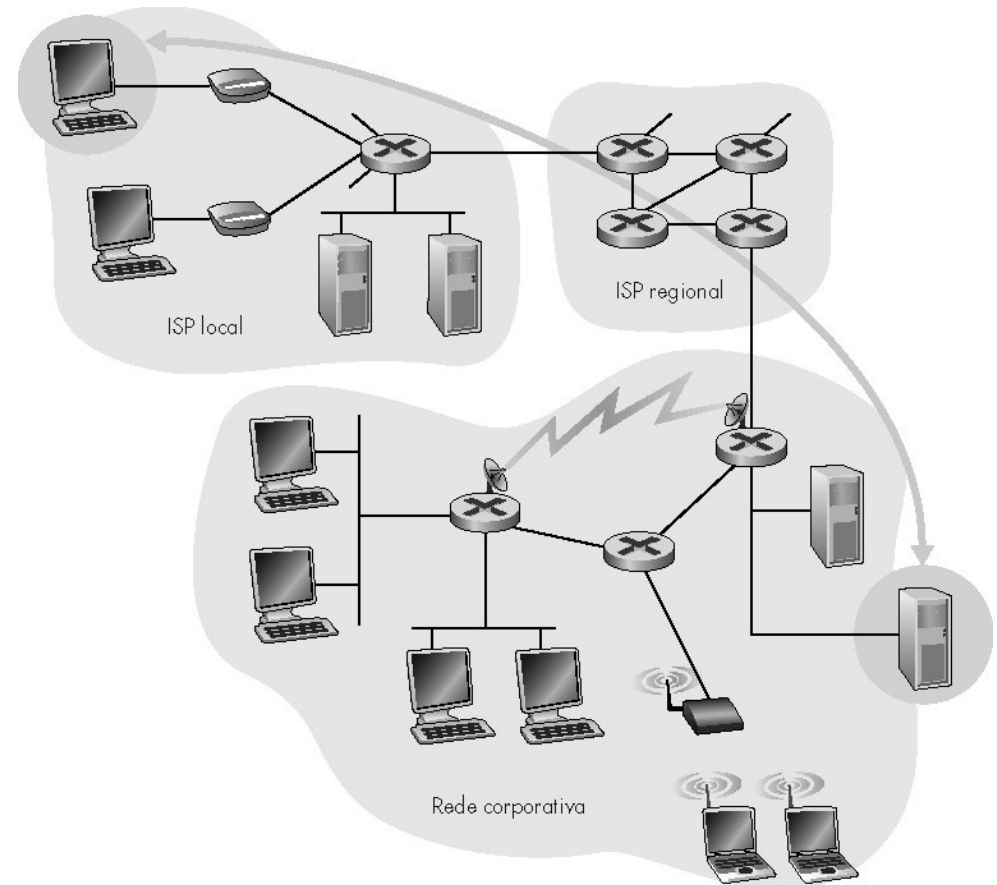
Redes de computadores e a Internet

- **Borda da rede:**
aplicações e hospedeiros
- **Núcleo da rede:**
roteadores
rede de redes
- **Redes de acesso, meio físico:**
enlaces de comunicação



Redes de computadores e a Internet

- **Sistemas finais (hospedeiros):**
 - Executam programas de aplicação
 - Ex.: Web, e-mail
 - Localizam-se nas extremidades da rede
- **Modelo cliente/servidor**
 - O cliente toma a iniciativa enviando pedidos que são respondidos por servidores
 - Ex.: Web client (browser)/server; e-mail client/server
- **Modelo peer-to-peer:**
 - Mínimo (ou nenhum) uso de servidores dedicados
 - Ex.: Gnutella, KaZaA



Redes de computadores e a Internet

Meta: transferência de dados entre sistemas finais.

- **Handshaking:** estabelece as condições para o envio de dados antes de enviá-los
- Alô: protocolo humano
- **Estados de “conexão”** controlam a troca de mensagens entre dois hospedeiros
 - TCP - Transmission Control Protocol
- Realiza o serviço orientado à conexão da Internet

Serviço TCP [RFC 793]

- **Transferência de dados confiável e seqüencial, orientada à cadeia de bytes**
- Perdas: reconhecimentos e retransmissões
 - **Controle de fluxo:**
- Evita que o transmissor afogue o receptor
 - **Controle de congestão:**
- Transmissor reduz sua taxa quando a rede fica congestionada

Redes de computadores e a Internet

Meta: transferência de dados entre sistemas finais

- O mesmo de antes!
- **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]: oferece o serviço sem conexão da Internet
 - Transferência de dados não confiável
 - Sem controle de fluxo
 - Sem controle de congestão

App's usando TCP:

- HTTP (Web), FTP (transferência de arquivo), Telnet (login remoto), SMTP (e-mail)

App's usando UDP:

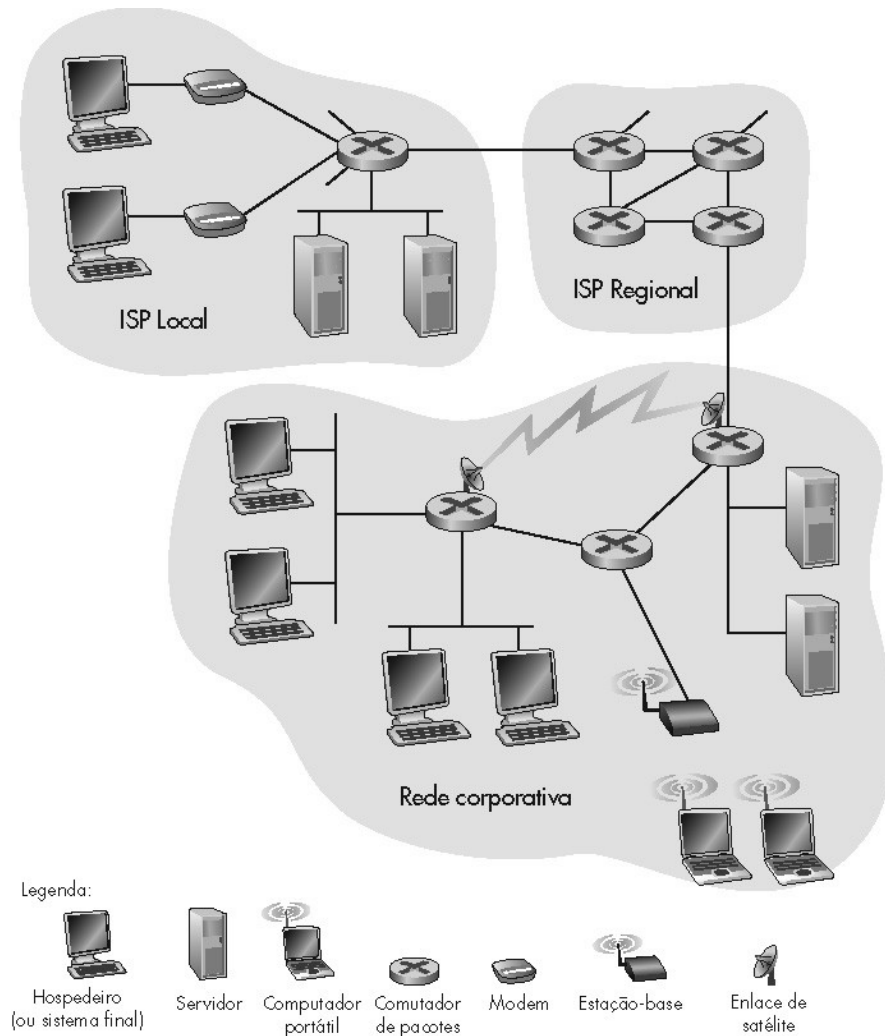
- Streaming media, teleconferência, DNS telefonia IP

Redes de computadores e a Internet

- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

O núcleo da Rede

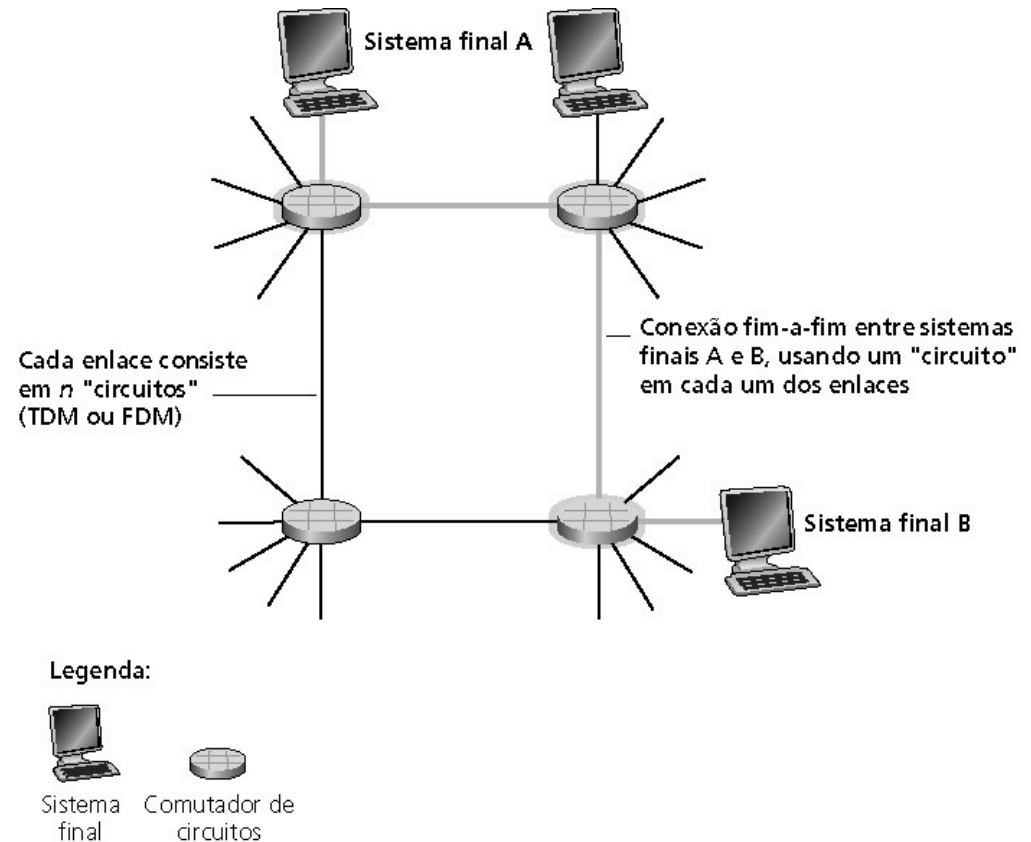
- Malha de roteadores interconectados
- **A questão fundamental:** como os dados são transferidos através da rede?
 - **Comutação de circuitos:** usa um canal dedicado para cada conexão.
Ex.: rede telefônica
 - **Comutação de pacotes:** dados são enviados em “blocos” discretos



O núcleo da Rede: Comutação de Circuitos

Recursos fim-a-fim são reservados por “chamada”

- Taxa de transmissão, capacidade dos comutadores
- Recursos dedicados: não há compartilhamento
- Desempenho análogo aos circuitos físicos (QOS garantido)
- Exige estabelecimento de conexão

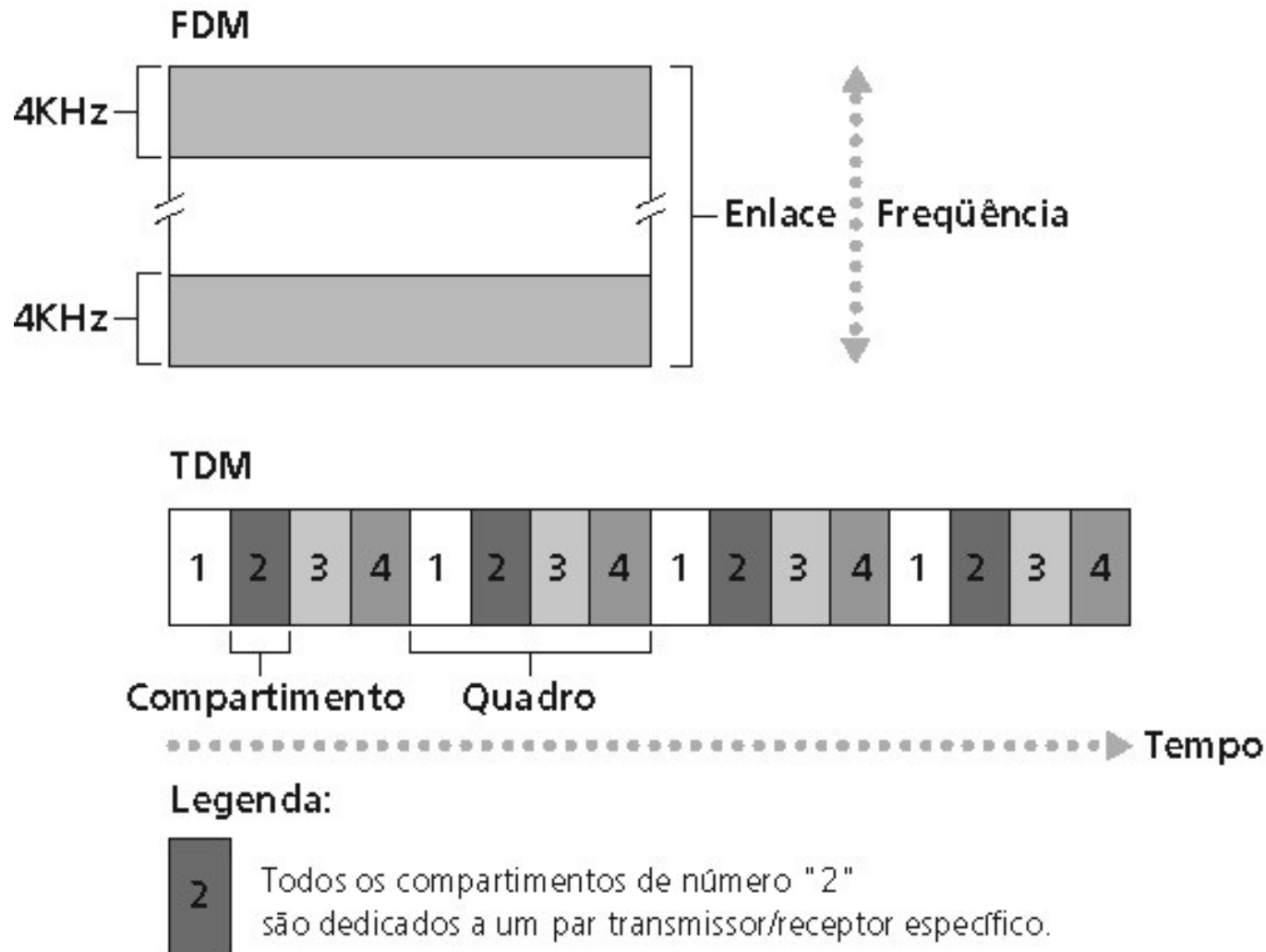


O núcleo da Rede: Comutação de Circuitos

Recursos da rede (ex.: capacidade de transmissão) **dividida em “pedaços”**

- “Pedaços” alocados às chamadas
- “Pedaço” do recurso desperdiçado se não for usado pelo dono da chamada (**sem divisão**)
- Formas de divisão da capacidade de transmissão em “pedaços”
- Divisão em frequência
- Divisão temporal

Comutação de Circuitos: FDMA e TDMA



Comutação de Circuitos: FDMA e TDMA

- Quanto tempo leva para enviar um arquivo de 640.000 bits do hospedeiro A para o hospedeiro B numa rede de comutação de circuitos?
 - Todos os links possuem 1.536 Mbps
 - Cada link utiliza TDM com 24 slots
 - 500 mseg para estabelecer um circuito fim-a-fim.

Calcule!

Comutação de Circuitos: FDMA e TDMA

Quanto tempo leva para enviar um arquivo de 1.280.000 bits do hospedeiro A para o hospedeiro B em uma rede de comutação de circuitos?

todos os enlaces são de 1536 Mbps

cada enlace usa TDM com 4 slots/seg

700 ms para estabelecer circuito fim a fim.

Calcule!

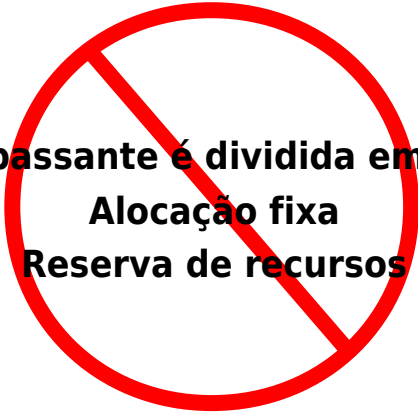
Núcleo da rede: Comutação de Pacotes

Cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em pacotes

- Os recursos da rede são compartilhados em bases estatísticas
- Cada pacote usa toda a banda disponível ao ser transmitido
- Recursos são usados na medida do necessário

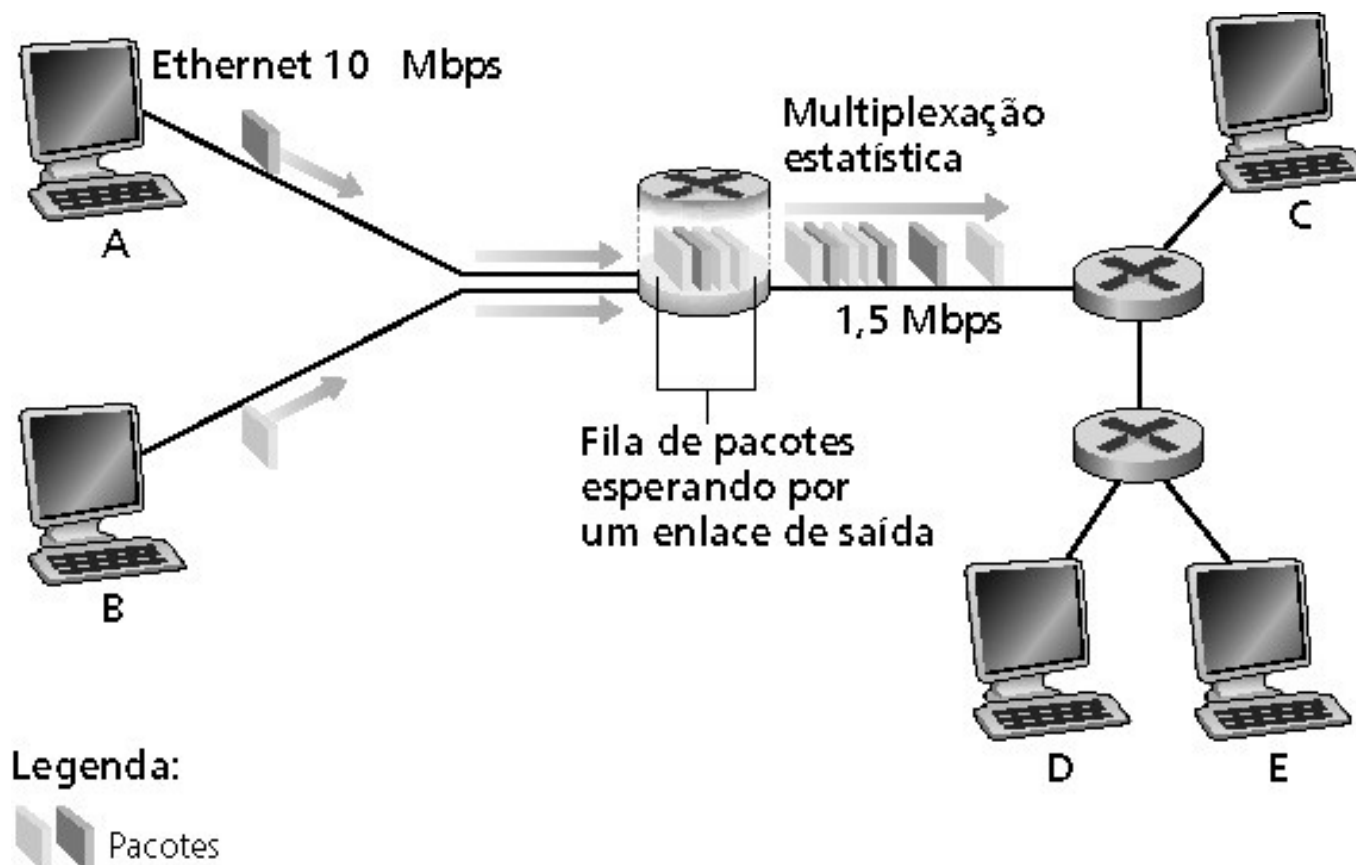
Contenção de recursos:

- A demanda agregada por recursos pode exceder a capacidade disponível
- Congestão: filas de pacotes, espera para uso do link
- Armazena e reenvia: pacotes se movem um “salto” por vez
 - O nó recebe o pacote completo antes de encaminhá-lo



Banda passante é dividida em “slots”
Alocação fixa
Reserva de recursos

Comutação de Pacote: Multiplexação estatística



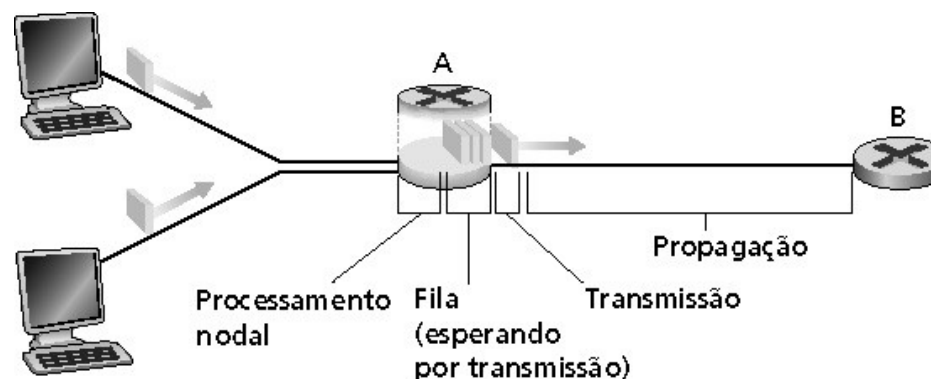
A seqüência de pacotes A e B não possui padrão específico
→ **multiplexação estatística**

No TDM, cada hospedeiro adquire o mesmo slot dentro do frame TDM

Comutação de Pacote x Comutação de Circuitos

Comutação de pacotes permite que mais usuários usem a mesma rede!

- Enlace de 1 Mbit/s
- Cada usuário:
 - 100 Kbits/s quando “ativo”
 - Ativo 10% do tempo
- Comutação de circuitos:
 - 10 usuários comutação de pacotes:
- Com 35 usuários, probabilidade > 10 ativos menor que 0,0004



Comutação de Pacote x Comutação de Circuitos

A comutação de pacotes é melhor sempre?

- Ótima para dados esporádicos
- Melhor compartilhamento de recursos
- Não há estabelecimento de chamada
 - **Congestionamento excessivo:** atraso e perda de pacotes
- Protocolos são necessários para transferência confiável, controle de congestionamento
 - **Como obter um comportamento semelhante ao de um circuito físico?**
- Garantias de taxa de transmissão são necessárias para aplicações de áudio/vídeo
- Problema ainda sem solução (capítulo 6)

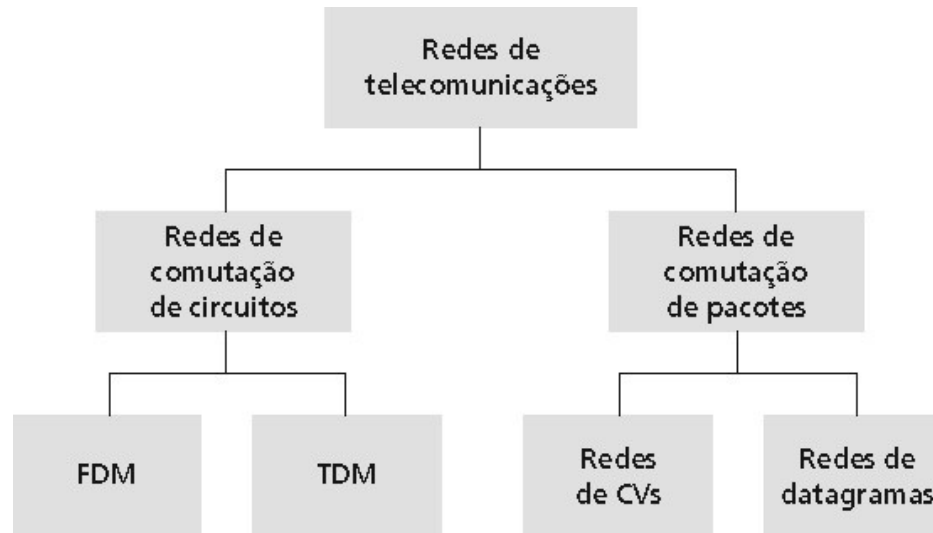
Rede de Comutação de Pacotes: Roteamento

- **Objetivo:** mover pacotes entre roteadores da origem ao destino
- Iremos estudar vários algoritmos de seleção de caminhos (capítulo 4)
 - **Redes datagrama:**
 - *O endereço de destino* determina o próximo salto
 - Rotas podem mudar durante uma sessão
 - Analogia: dirigir perguntando o caminho

Rede de circuitos virtuais:

- Cada pacote leva um número (virtual circuit ID), o número determina o próximo salto
- O caminho é fixo e escolhido no *instante de estabelecimento da conexão*, permanece fixo durante toda a conexão
- **Roteadores mantêm estado *por conexão***

Rede de Comutação de Pacotes: Roteamento



- Rede de datagramas não é nem orientada à conexão nem não orientada à conexão
- A Internet provê serviços com orientação à conexão (TCP) e serviços sem orientação à conexão (UDP) para as apps.

Rede de Computadores e a Internet

- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

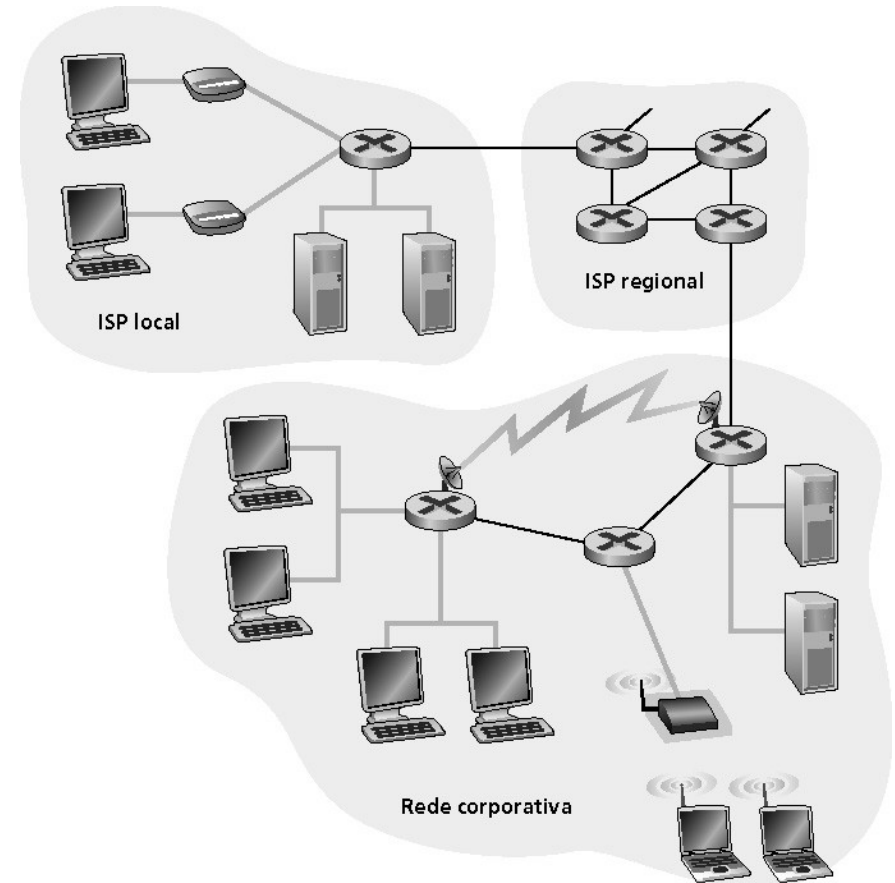
Rede de Computadores e a Internet

P.: Como conectar o sistema final ao roteador de borda?

- Redes de acesso residencial
- Redes de acesso institucionais (escolas, bancos, empresas)
- Redes de acesso móveis

Lembre-se :

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

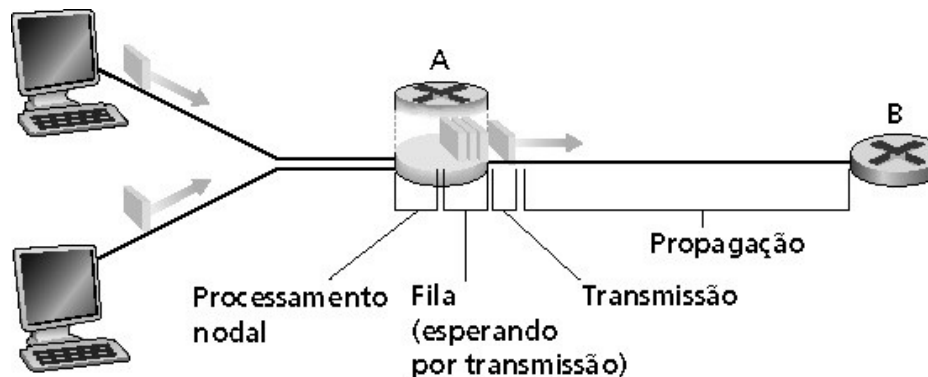


Acesso residencial: redes ponto-a-ponto

- **Modem discado**
- Até 56 kbps com acesso direto ao roteador (menos em tese)
- Não é possível navegar e telefonar ao mesmo tempo: não pode estar “sempre on-line”

ADSL: asymmetric digital subscriber line

- Até 1 Mbps de upstream (hoje tipicamente < 256 kbps)
- Até 8 Mbps de 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

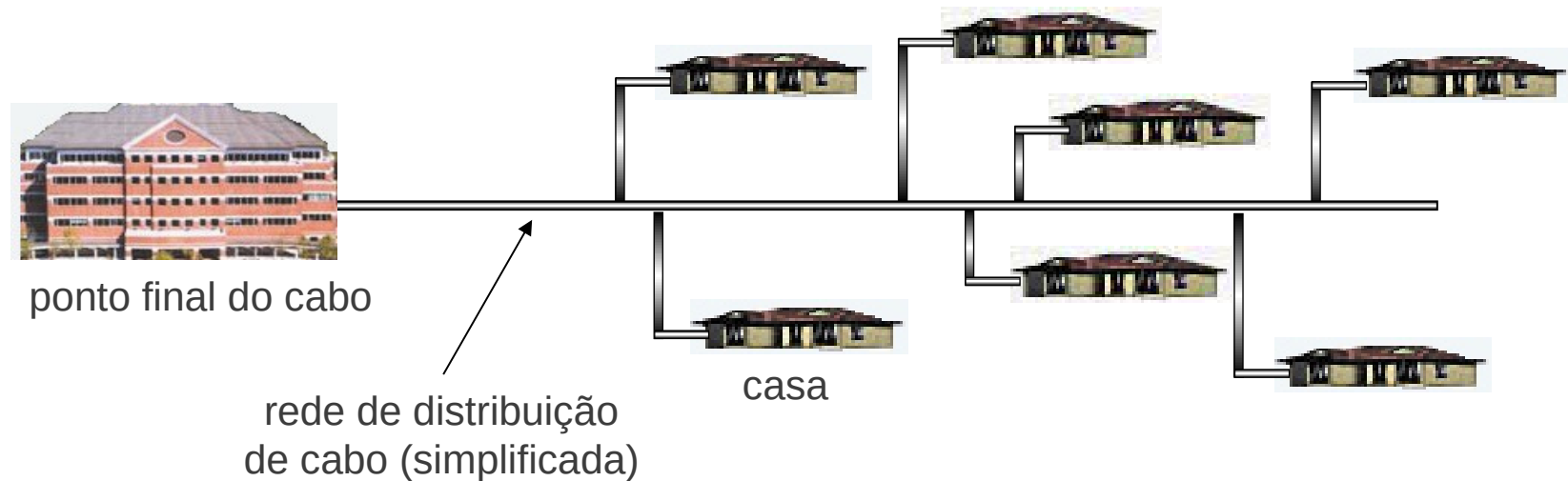
- HFC: híbrido fibra e coaxial
 - Assimétrico: até 30 Mbps upstream, 2 Mbps downstream

Rede de cabo e fibra liga residências ao roteador do ISP

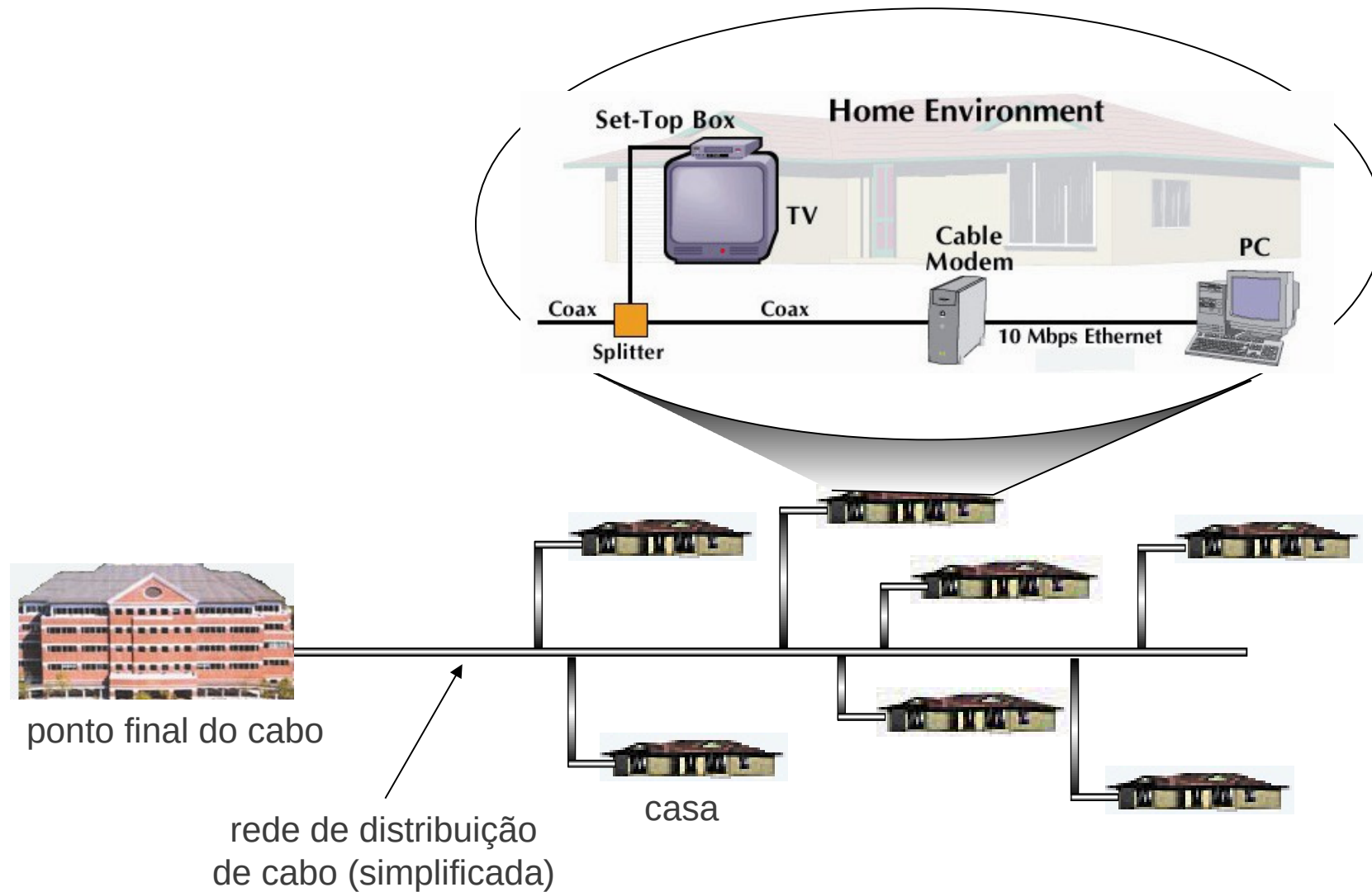
- Acesso compartilhado das casas de um condomínio ou de um bairro
- Deployment: disponível via companhias de TV a cabo

Arquiteturas de redes a cabo: visão geral

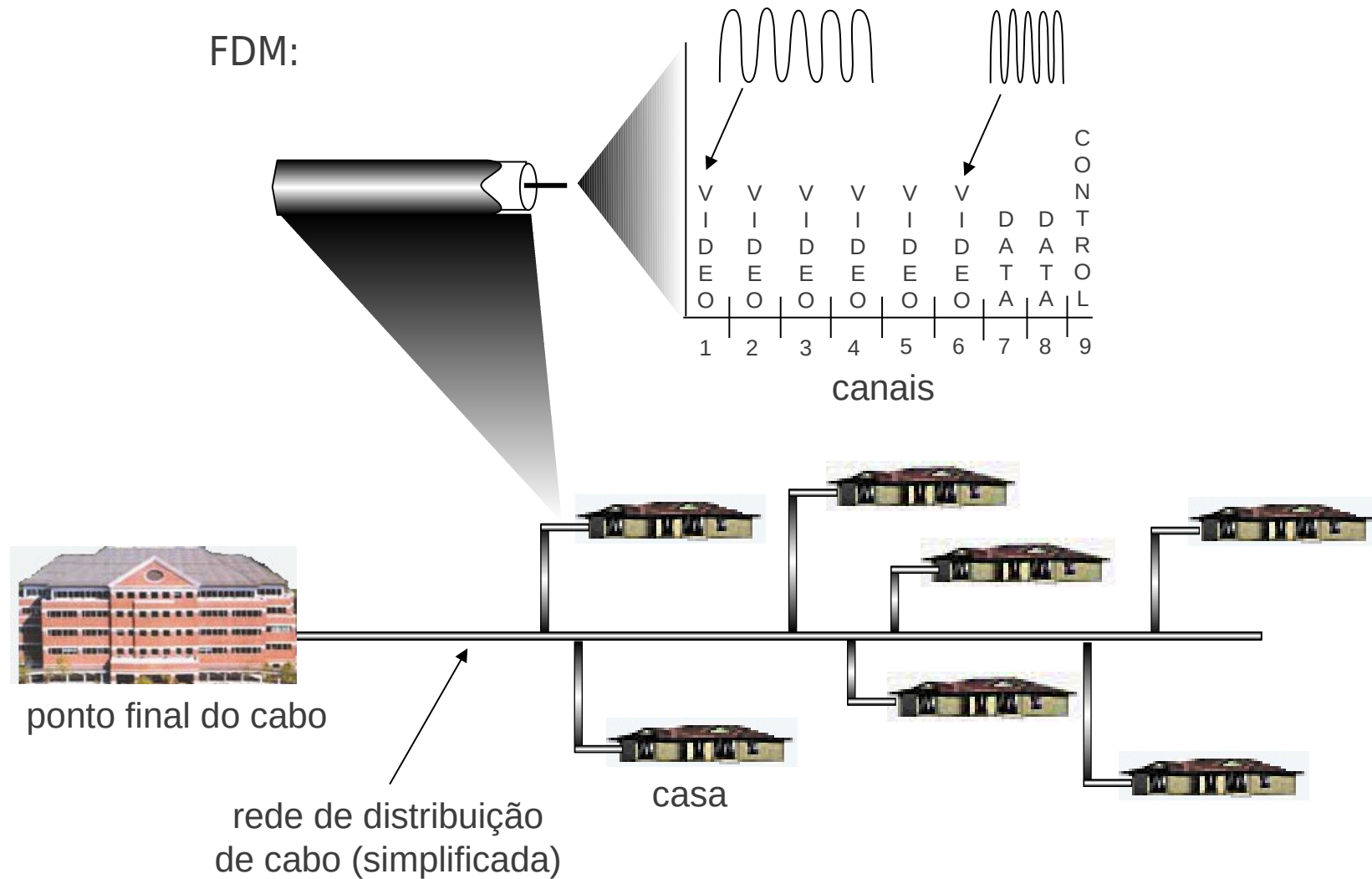
Tipicamente 500 a 5.000 casas



Arquiteturas de redes a cabo: visão geral



Arquiteturas de redes a cabo: visão geral



Acesso institucional: redes de área local

- A **rede local** (LAN) da companhia/univ conecta sistemas finais ao roteador de acesso
- **Ethernet:**
 - Cabo compartilhado ou dedicado conecta sistemas finais e o roteador
 - 10 Mbs, 100 Mbps, Gigabit Ethernet

LANs: capítulo 5

- Rede de acesso sem fio compartilhada conecta sistemas finais ao roteador
 - Através de “ponto de acesso” da estação base
- LANs sem fio:
 - 802.11b (WiFi): 11 Mbps
- Wide-area de acesso sem fio
 - Provido pelo operador telco
 - 3G ~ 384 kbps
 - O que acontecerá
 - WAP/GPRS na Europa

Componentes típicos de uma rede residencial:

- ADSL ou cable modem
- Roteador/firewall
- Ethernet
- Ponto de acesso sem fio

- **Bit:** propaga-se entre os pares transmissor/ receptor
- **Enlace físico:** meio que fica entre o transmissor e o receptor
- **Meios guiados:**
 - Os sinais se propagam me meios sólidos com caminho fixo: cobre, fibra
 - **Meios não guiados:**
 - Propagação livre, ex.: rádio

Twisted Pair (TP)

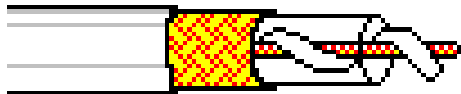
- Par de fios trançados de cobre isolados
- Categoria 3: taxas de transmissão até 10 Mbps categoria 5 : 100 Mbps Ethernet
- Categoria 5: 100 Mbps Ethernet



Meios Físicos

Cabo coaxial:

- Dois condutores de cobre concêntricos
- Bidirecional
banda base:
 - Um único sinal presente no cabo
 - Legado da Ethernet
- Banda larga:
 - Canal múltiplo no cabo
 - HFC



Cabo de fibra óptica:

- Fibra de vidro transportando pulsos de luz, cada pulso é um bit
- Alta velocidade de operação:
- Alta velocidade com transmissão ponto-a-ponto (ex.: 5 Gps)
 - Baixa taxa de erros:
 - Repetidores bem espaçados; imunidade a ruídos eletromagnéticos



- Sinal transportado como campo eletromagnético
- Não há fios físicos
- Bidirecional
- O ambiente afeta a propagação:
 - Reflexão
 - Obstrução por objetos
 - Interferência

Tipos de canais de rádio:

- Microondas terrestre

- Canais de até 45 Mbps

LAN (ex.: WiFi)

- 2 Mbps, 11 Mbps

Wide-area (ex.: celular)

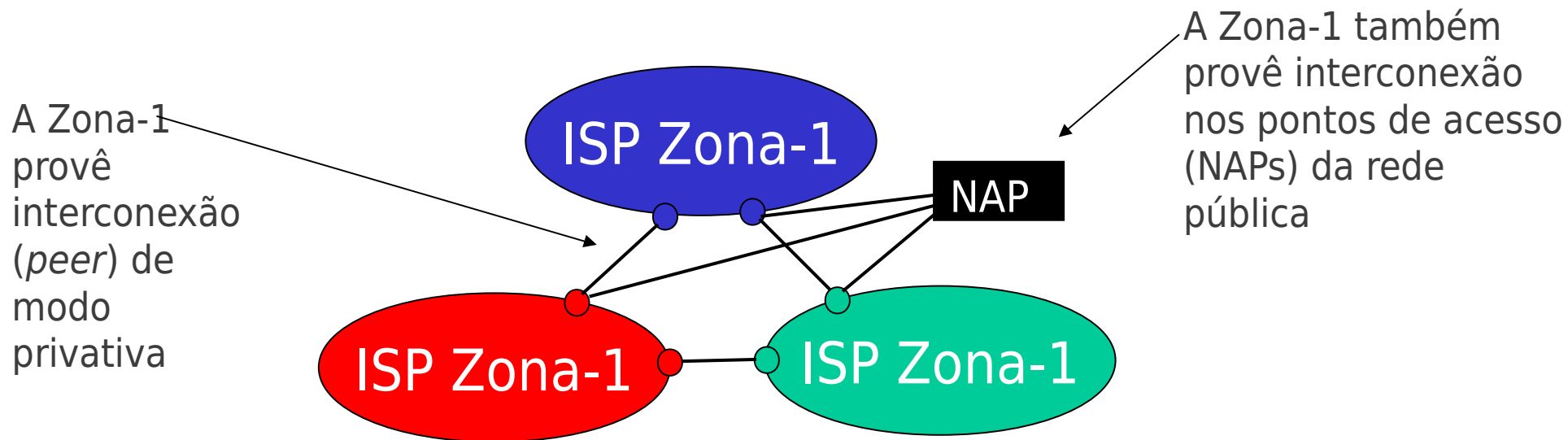
- Ex., 3G: centenas de kbps

- Satélite

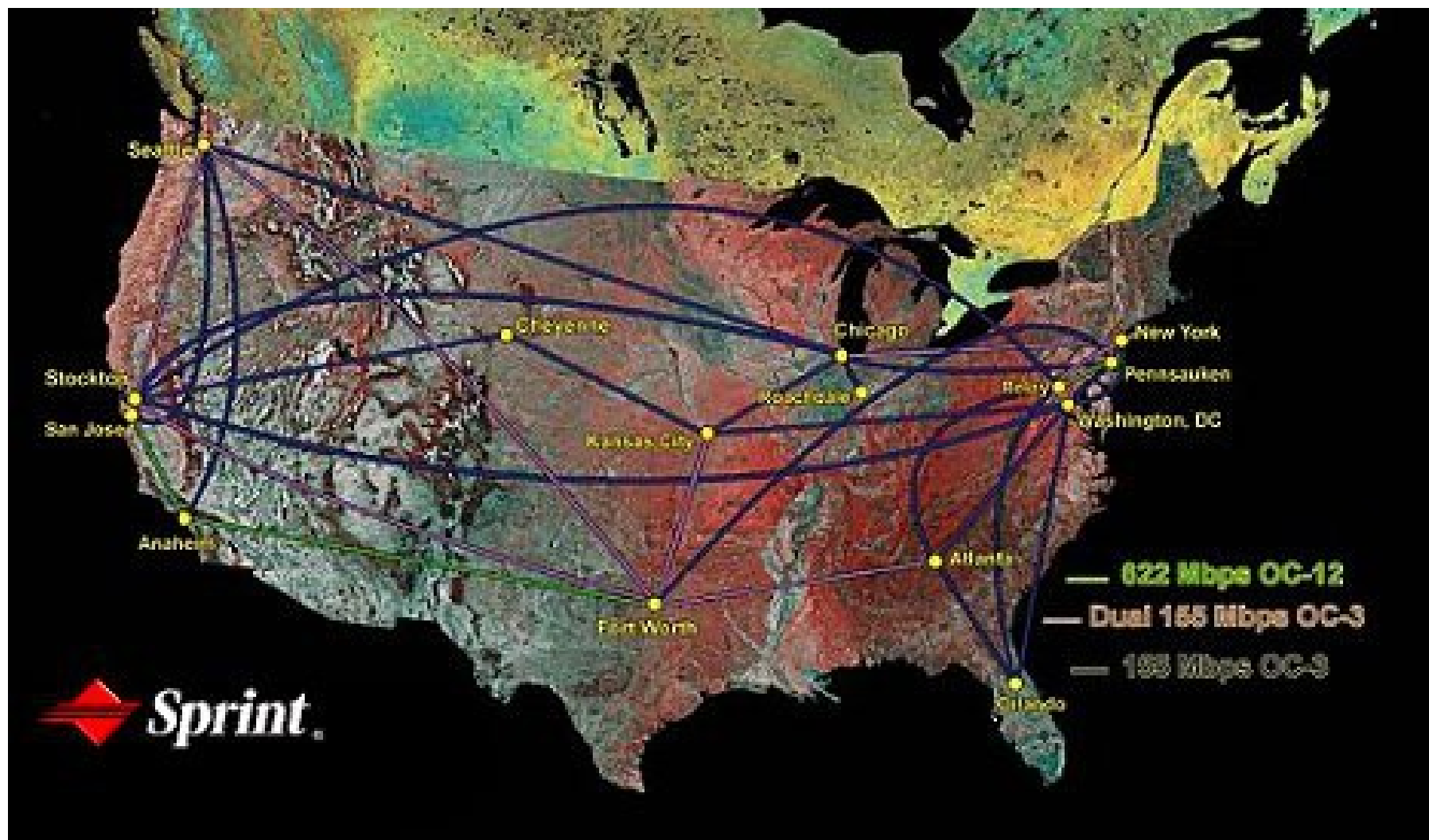
- Canal de até 50 Mbps (ou vários canais menores)
- 270 ms de atraso fim-a-fim
- Geossíncrono *versus* LEOS

- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- **1.5 Estrutura da Internet e ISPs**
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

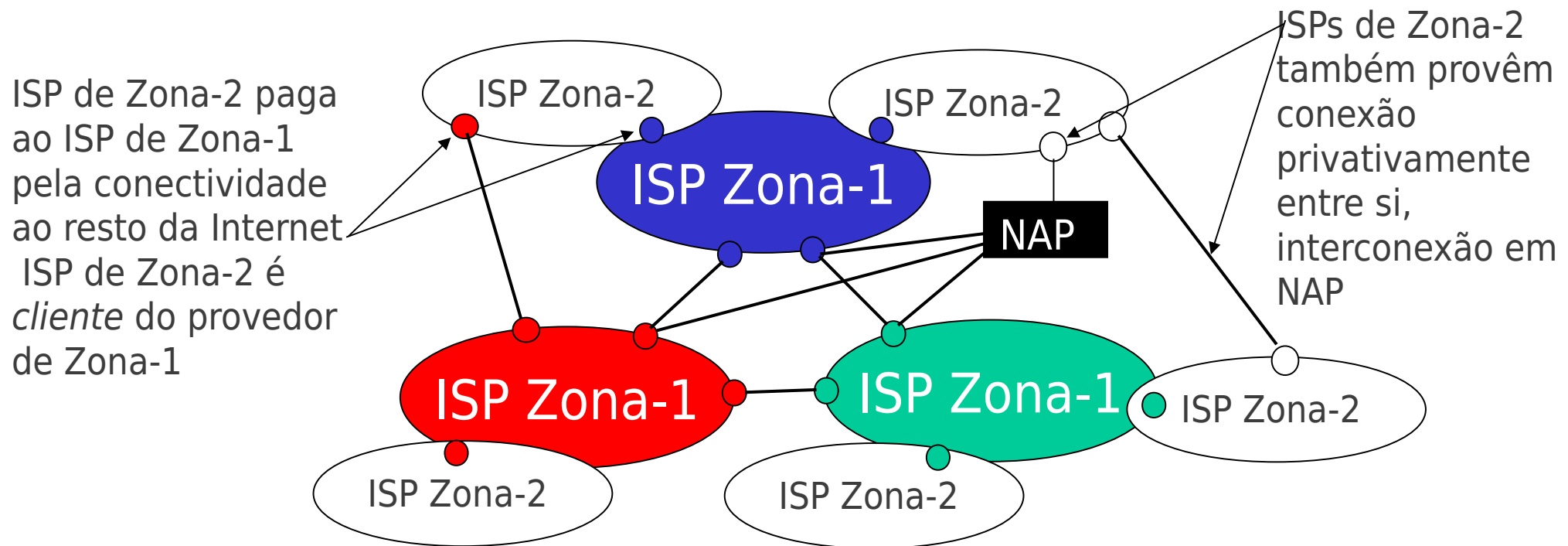
- Grosseiramente hierárquica
- **No centro: ISPs de “zona-1”** (ex.: UUNet, BBN/Genuity, Sprint, AT&T), cobertura nacional/international
- Os outros são igualmente tratados



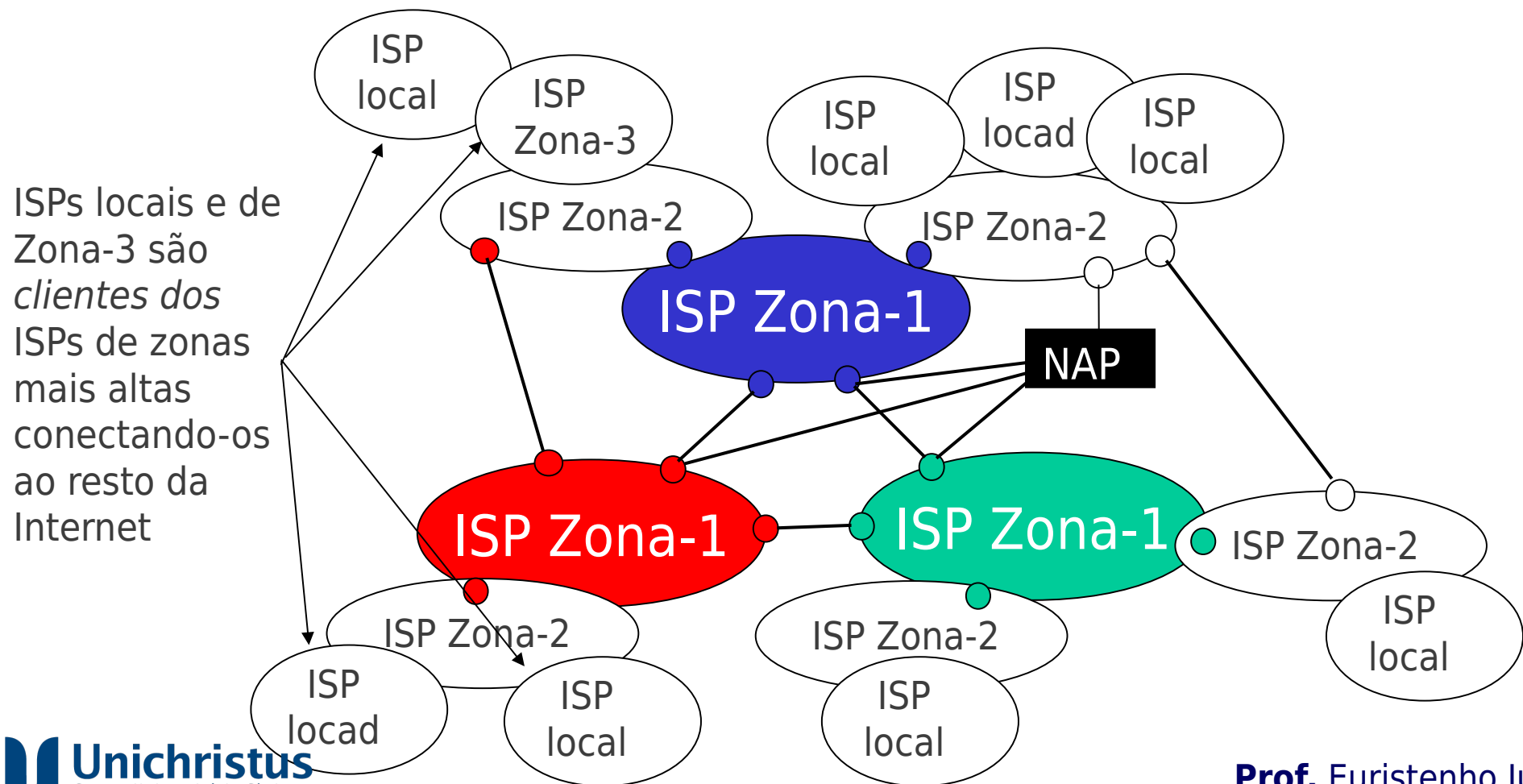
Rede de backbone da Sprint US



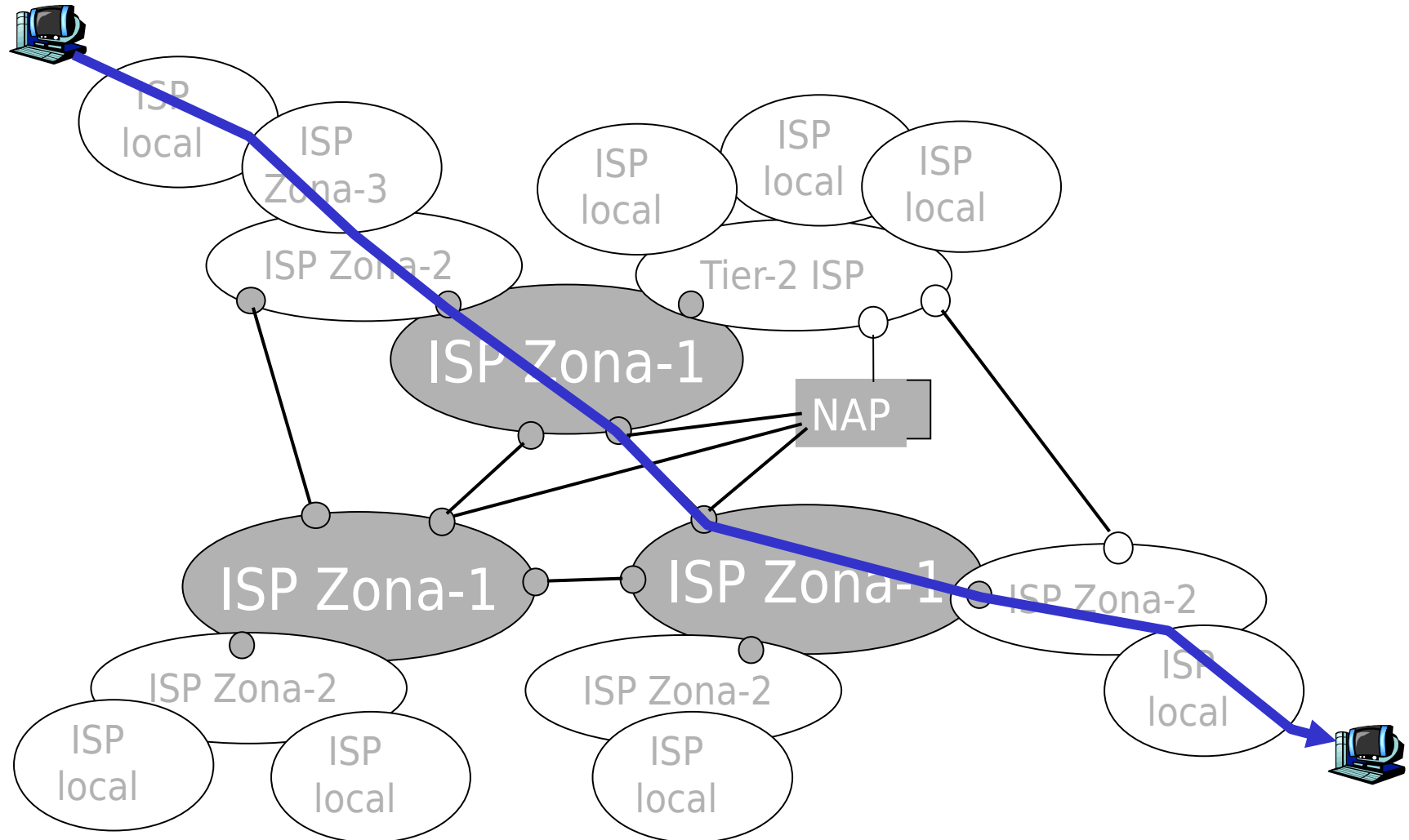
- ISPs de "Zona-2": ISPs menores (frequentemente regionais)
- Conectam-se a um ou mais ISPs de Zona-1, possivelmente a outros ISPs de Zona-2



- ISPs de “Zona-3” e ISPs locais
- Última rede de acesso (“hop”) (mais próxima dos sistemas finais)



- Um pacote passa através de muitas redes

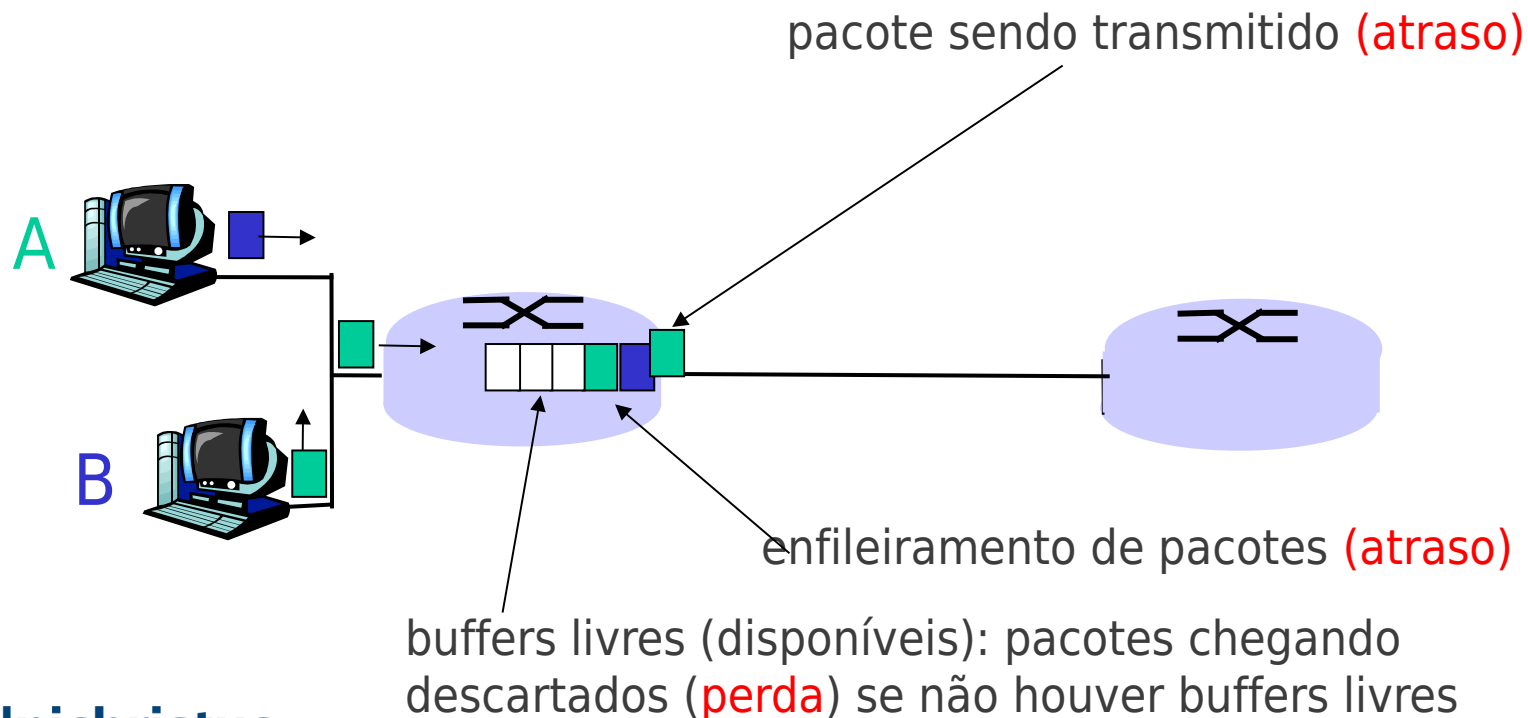


- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

Perdas e Atrasos

Filas de pacotes em buffers de roteadores

- Taxa de chegada de pacotes ao link ultrapassa a capacidade do link de saída
- Fila de pacotes esperam por sua vez

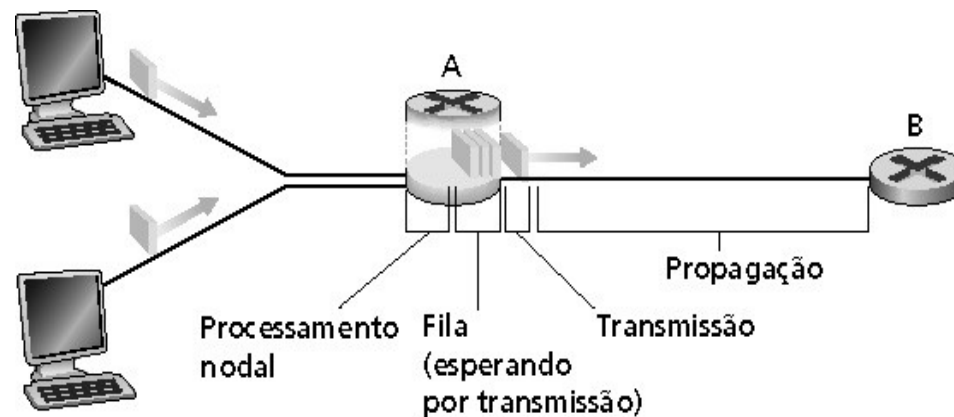


1. Processamento nos nós:

- Verifica erros de bit
- Determina link de saída

2. Enfileiramento

- Tempo de espera no link de saída para transmissão
- Depende do nível de congestionamento do roteador

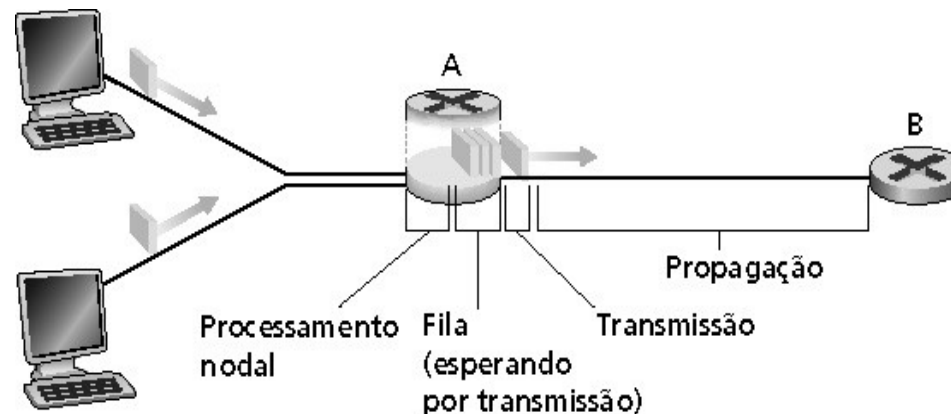


3. Atraso de transmissão:

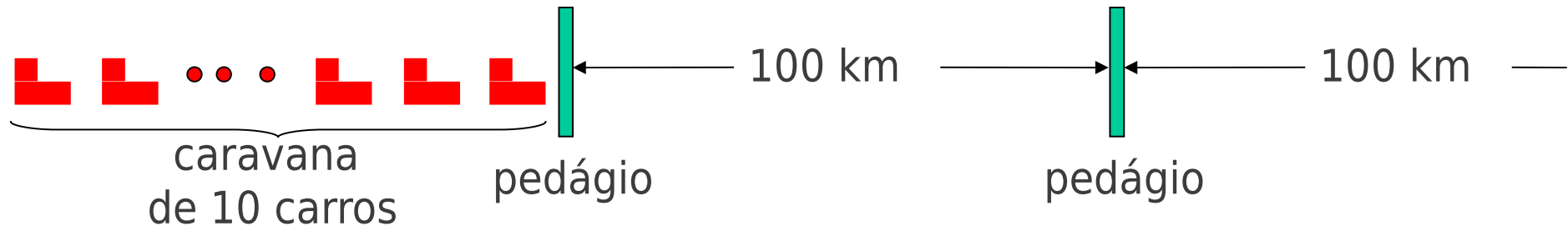
- R = largura de banda do link (bps)
- L = tamanho do pacote (bits)
- Tempo para enviar bits ao link = L/R

4. Atraso de propagação:

- d = comprimento do link físico
- s = velocidade de propagação no meio ($\sim 2 \times 10^8$ m/s)
- Atraso de propagação = d/s

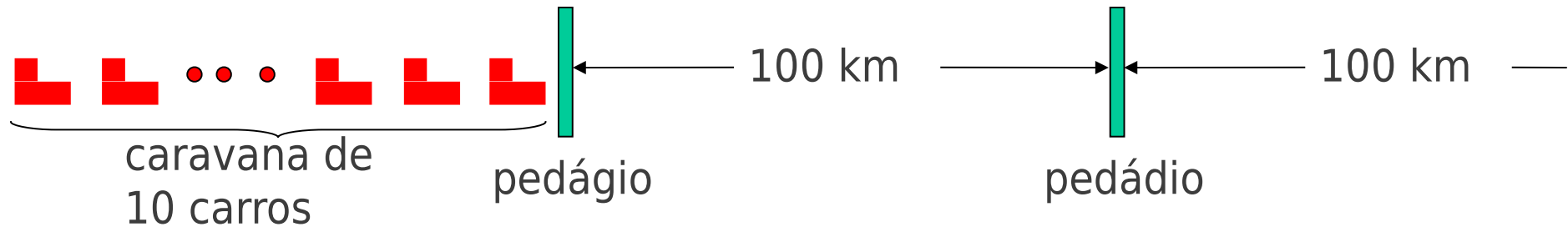


Perdas e Atrasos



- Carros se “propagam” a 100 km/h
- Pedágios levam 12 s para atender um carro (tempo de transmissão)
- Carro = bit; caravana = pacote
- P.: Quanto tempo levará até a caravana ser alinhada antes do 2º pedágio?
- Tempo para “empurrar” a caravana toda pelo pedágio até a estrada =
 $12 \cdot 10 = 120 \text{ s}$
- Tempo para o último carro se propagar do 1º ao 2º pedágio: 100 km/
(100 km/h) = 1 h
- R.: 62 minutos

Perdas e Atrasos



- Agora os carros se “propagam” a 1.000 km/h
- Agora o pedágio leva 1 min para atender um carro
- **P.:** Os carros chegarão ao 2º pedágio antes que todos os carros tenham sido atendidos no 1º pedágio?
- **R.: Sim!** Após 7 min, o 1º carro está no 2º pedágio e ainda restam 3 carros no 1º pedágio.
- 1º bit do pacote pode chegar ao 2º roteador antes que o pacote seja totalmente transmitido pelo 1º roteador!
 - Veja Ethernet applet no AWL Web site

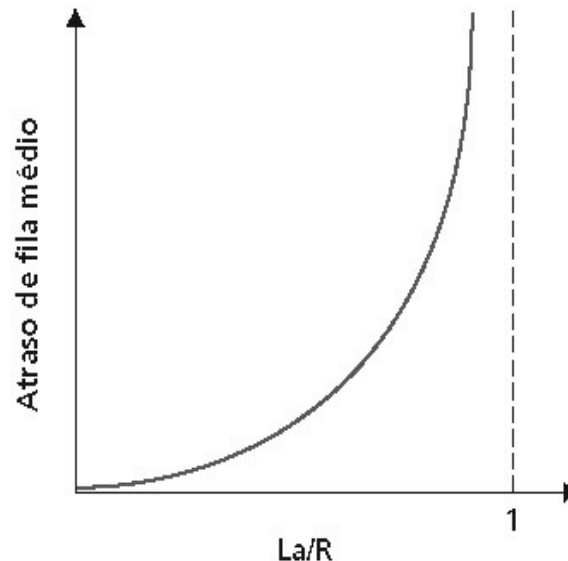
$$d_{\text{no}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{fila}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- d_{proc} = atraso de processamento
- Tipicamente uns poucos microssegundos ou menos
- d_{fila} = atraso de fila
- Depende do congestionamento
- d_{trans} = atraso de transmissão
- $= L/R$, significativa para links de baixa velocidade
- d_{prop} = atraso de propagação
- Uns poucos microssegundos a centenas de milissegundos

- R = largura de banda do link (bps)
- L = tamanho do pacote (bits)
- A = taxa média de chegada de pacotes

Intensidade de tráfego = $\lambda L/R$

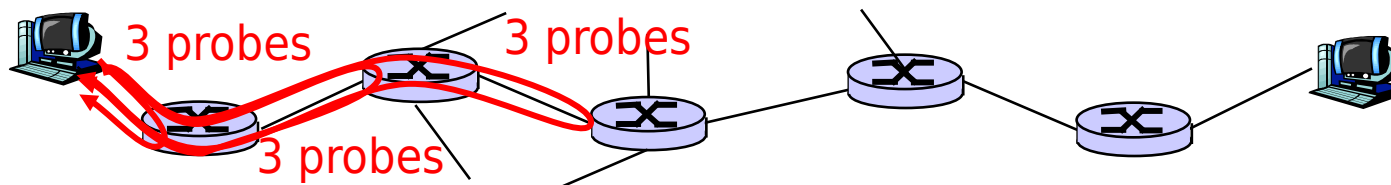
- $\lambda L/R \sim 0$: atraso médio de fila pequeno
- $\lambda L/R \rightarrow 1$: atraso se torna grande
- $\lambda L/R > 1$: mais trabalho chega do que a capacidade de transmissão.
O atraso médio cresce indefinidamente!



- Como são os atrasos e perdas na Internet “real”?

Programa Traceroute: fornece medidas do atraso da fonte para o roteador ao longo de caminhos fim-a-fim da Internet até o destino. Para todo i :

- Envia três pacotes que alcançarão o roteador i no caminho até o destino
- O roteador i retornará pacotes ao emissor
- O emissor cronometra o intervalo entre transmissão e resposta.



Perdas e Atrasos

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

Três medidas de atraso de
gaia.cs.umass.edu para 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 (193.55.113.143) 133 ms 128 ms 136 ms
```

link
transoceânico

*sem resposta (perda de probe, roteador não responde)

- A fila (isto é, buffer) no buffer que precede o link possui capacidade finita
- Quando um pacote chega a uma fila cheia, ele é descartado (isto é, perdido)
- O pacote perdido pode ser retransmitido pelo nó anterior, pelo sistema final do emissor, ou não ser retransmitido

- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

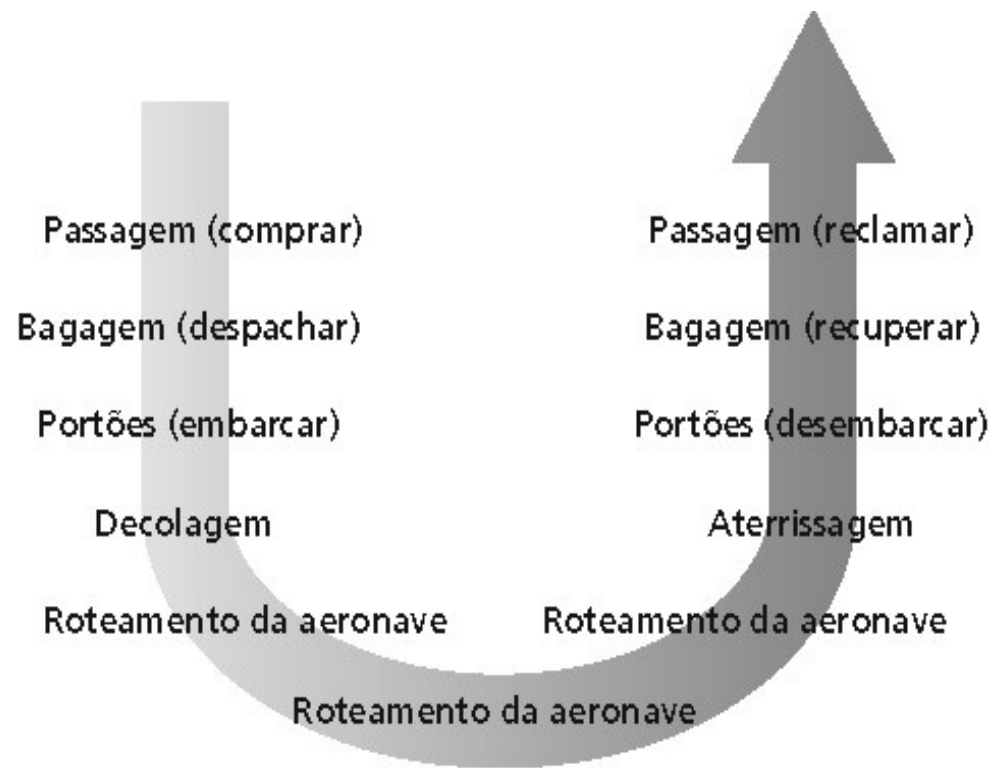
Redes são complexas

- Muitos componentes:
- Hospedeiros
- Roteadores
- Enlaces de vários tipos
- Aplicações
- Protocolos
- Hardware, software

QUESTÃO:

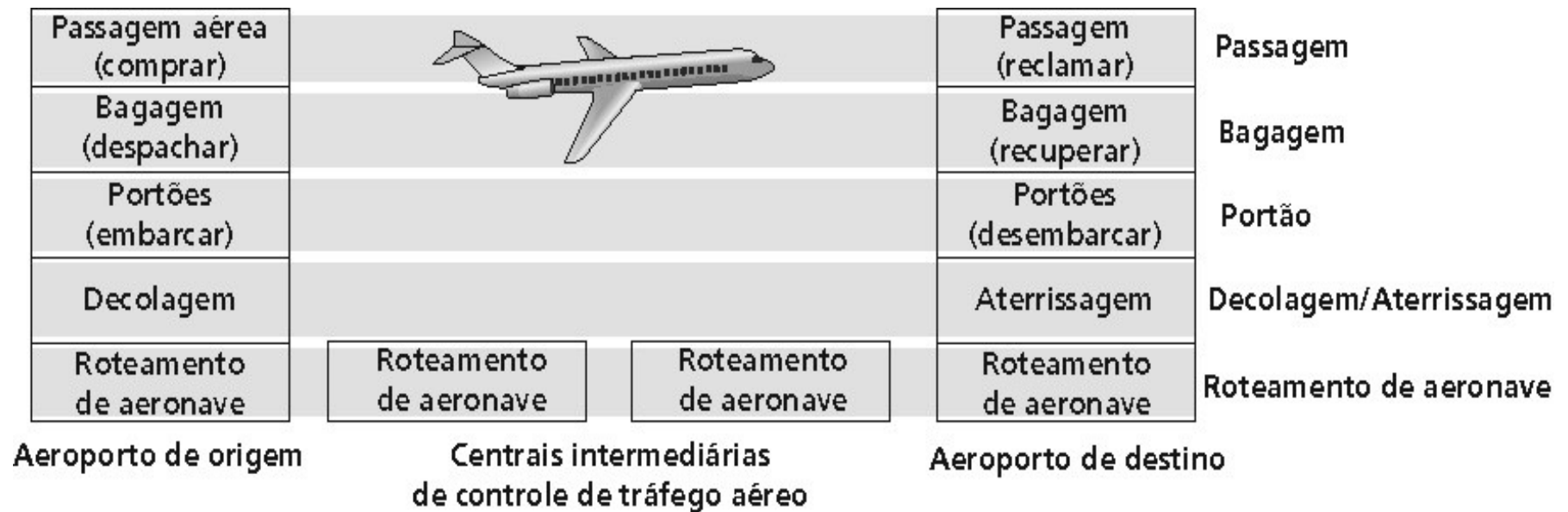
Há alguma esperança de **organizar** a arquitetura de uma rede?
Ou pelo menos nossa discussão sobre redes?

Camadas de Protocolo



- Uma série de passos

Camadas de Protocolo



Camadas: cada camada implementa um serviço

- Via suas próprias ações internas
- Confiando em serviços fornecidos pela camada inferior

Convivendo com sistemas complexos:

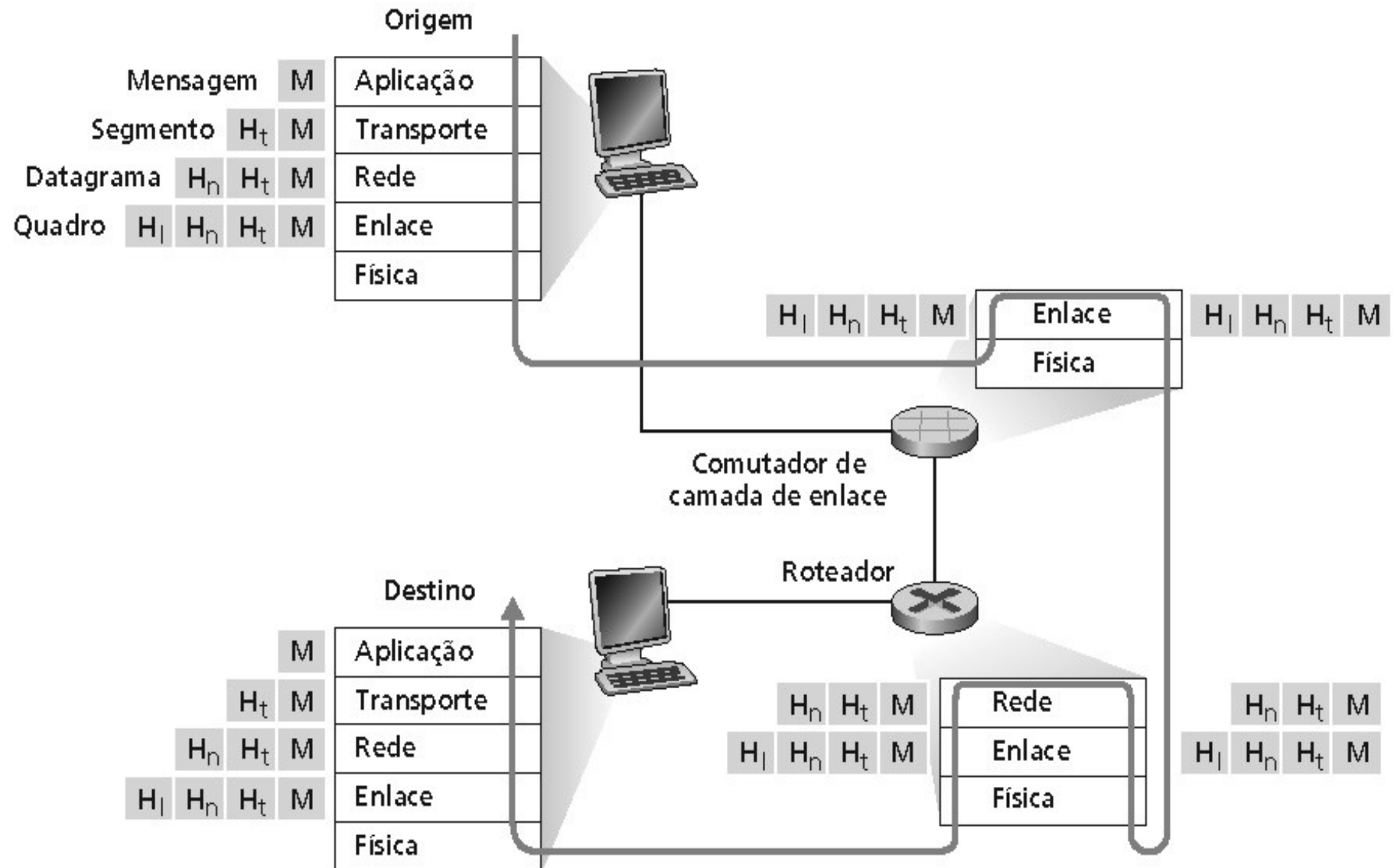
- A estrutura explícita permite identificação, o relacionamento das partes de um sistema complexo
 - Um **modelo de referência** em camadas permite a discussão da arquitetura
- Modularização facilita a manutenção, atualização do sistema
 - As mudanças na implementação de uma camada são transparentes para o resto do sistema
 - Ex.: novas regras para embarque de passageiros não afetam os procedimentos de decolagem
- A divisão em camadas é considerada perigosa?

Pilhas de Protocolo da Internet

- **Aplicação:** suporta as aplicações de rede
FTP, SMTP, HTTP
- **Transporte:** transferência de dados hospedeiro-hospedeiro
 - TCP, UDP
- **Rede:** roteamento de datagramas da origem ao destino
 - IP, protocolos de roteamento
- **Enlace:** transferência de dados entre elementos vizinhos da rede
 - PPP, Ethernet
- **Física:** bits “nos fios dos canais”

Aplicação
Transporte
Rede
Enlace
Física

Encapsulamento



- 1.1 O que é Internet?
- 1.2 Borda da rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso à rede e meio físico
- 1.5 Estrutura da Internet e ISPs
- 1.6 Atraso e perda em redes de comutação de pacotes
- 1.7 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.8 História

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 da ARPAnet operacional
- **1972:**
 - ARPAnet é demonstrada publicamente
 - NCP (Network Control Protocol) primeiro protocolo hospedeiro-hospedeiro
 - Primeiro programa de e-mail
 - ARPAnet cresce para 15 nós

1972-1980: Inter-redes, redes novas e proprietárias

- 1970: ALOHAnet rede via satélite no Havaí
- 1973: tese de PhD de Metcalfe propõe a rede Ethernet
- 1974: Cerf e Kahn - arquitetura para interconexão de redes
- Final dos anos 70: arquiteturas proprietárias: DECnet, SNA, XNA
- Final dos anos 70: comutação com pacotes de tamanho fixo (precursor do ATM)
- 1979: ARPAnet cresce para 200 nós

Princípios de interconexão de redes de Cerf e Kahn :

- Minimalismo, autonomia - não se exigem mudanças internas para interconexão de redes
- Modelo de serviço: melhor esforço
- Roteadores “stateless”
 - Controle descentralizado

Define a arquitetura da Internet de hoje

1990-2000: comercialização, a Web, novas aplicações

- **Início dos anos 90:** ARPAnet descomissionada
- **1991:** NSF retira restrições sobre o uso comercial da NSFnet (descomissionada em 1995)
- **Início dos anos 90:** WWW
 - Hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - HTML, HTTP: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, depois Netscape
 - Final dos anos 90: comercialização da Web

Final dos anos 90-2000:

- Mais aplicações “killer”: instant messaging, P2P file sharing, segurança de redes à dianteira
- Est. 50 milhões de hospedeiros, 100 milhões de usuários
- Enlaces de backbone operando a Gbps

Cobriu uma “tonelada” de material!

- Internet overview
- O que é um protocolo?
- Borda da rede, núcleo, rede de acesso
- Comutação de pacotes versus comutação de circuitos
 - Estrutura da Internet/ISP
 - Desempenho: perda, atraso
 - Camadas e modelos de serviços
 - História

Você agora tem:

- Contexto, visão geral, sentimento das redes
- Mais profundidade e detalhes virão mais tarde no curso



Referências

Sistemas de Informação Gerenciais, Kenneth C. Laudon e Jane P. Laudon, 11^a edição.