

REDES DE COMPUTADORES E INTERNET

Introdução, definições e aspectos gerais

Prof. Rogério Leão



Visão geral da disciplina.

- ❑ O que é a internet ?
- ❑ O que é um protocolo ?
- ❑ Borda de rede.
- ❑ Núcleo da rede.
- ❑ Acesso a rede, meios físicos.
- ❑ Estrutura de Internet/ISP.
- ❑ Camadas de protocolos, modelos de serviços.
- ❑ Modelo de rede.

1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

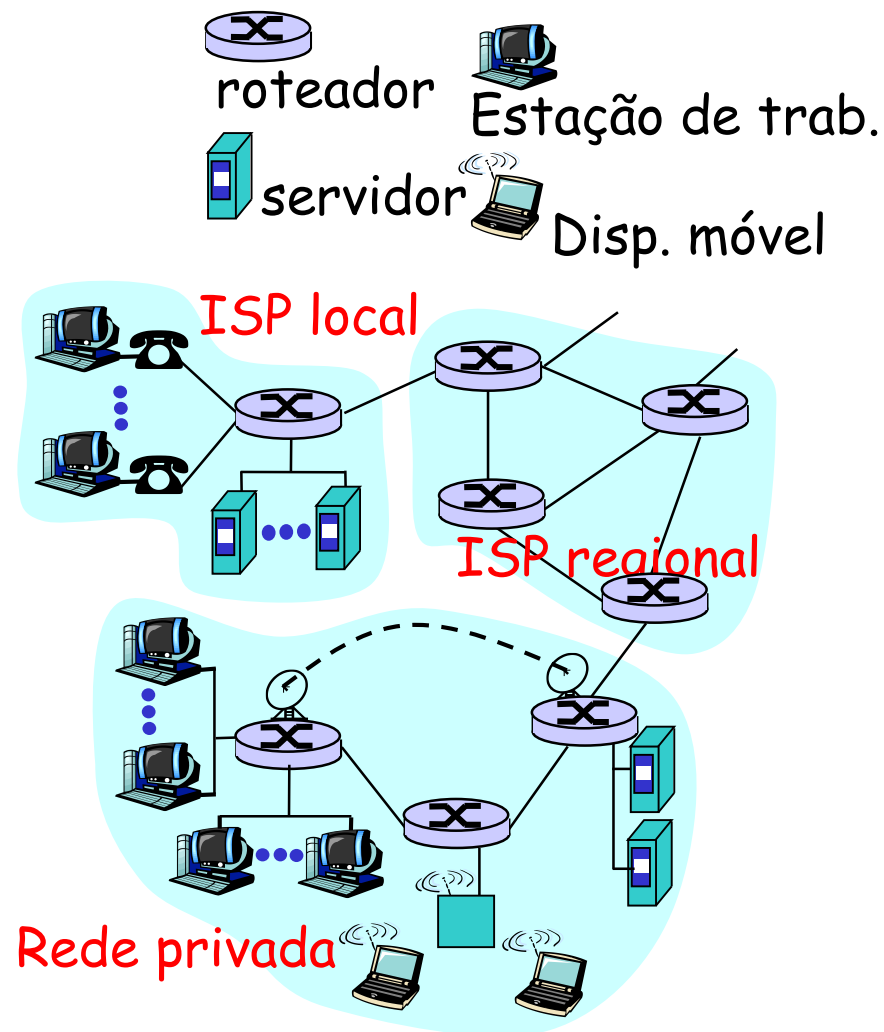
1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

1.7 História

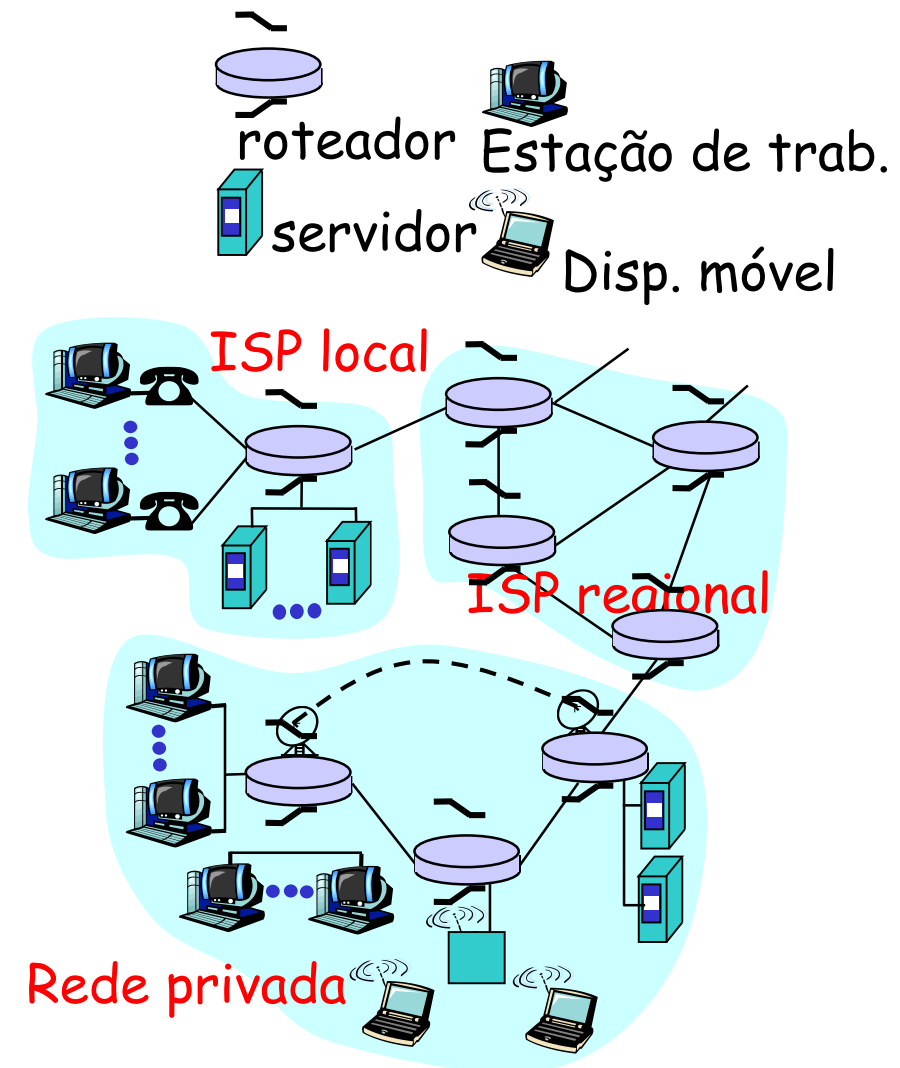
O que é a internet: visão geral.

- ❑ Milhões de dispositivos conectados: *hosts = sistemas finais*
- ❑ executando *aplicativos de rede*
- ❑ *Links de comunicação*
 - Fibra, cobre, rádio-frequencia, satellite
 - Taxa de transmissão = *largura de banda*
- ❑ *roteadores*: repasse de pacotes (envio de dados)



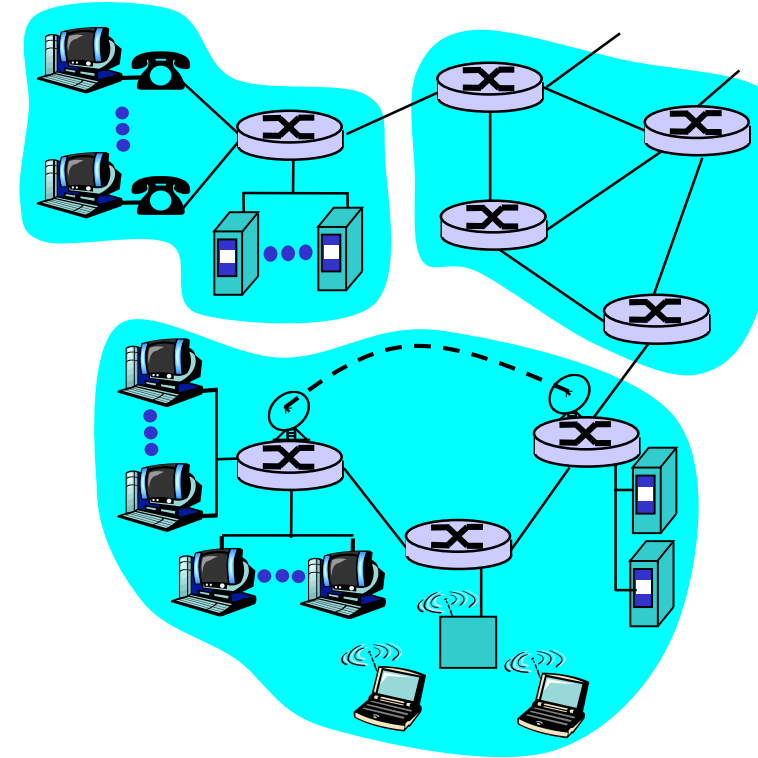
O que é a internet: visão geral.

- ❑ **protocolo** controla o envio e o recebimento de msg's
 - e.x., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ **Internet: "rede das redes"**
 - Hierarquia fraca
 - Internet pública x internet privada
- ❑ **Padrões da Internet**
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



O que é a internet: Visão do serviço.

- ❑ **Infraestrutura de comunicação** possibilita o uso de aplicações distribuídas:
 - Web, email, games, e-commerce, compartilhamento de arquivos e impressoras.
- ❑ **Os serviços de comunicação** provêm aos aplicativos:
 - Conexões confiáveis.
 - Conexões não-confiáveis.



O que é um protocolo ?

Protocolos humanos:

- ❑ "que horas são ?"
- ❑ "faça algo"
- ❑ organização das mensagens
- ❑ Boas maneiras na comunicação

... como enviar msgs

... o que fazer ao receber uma msg

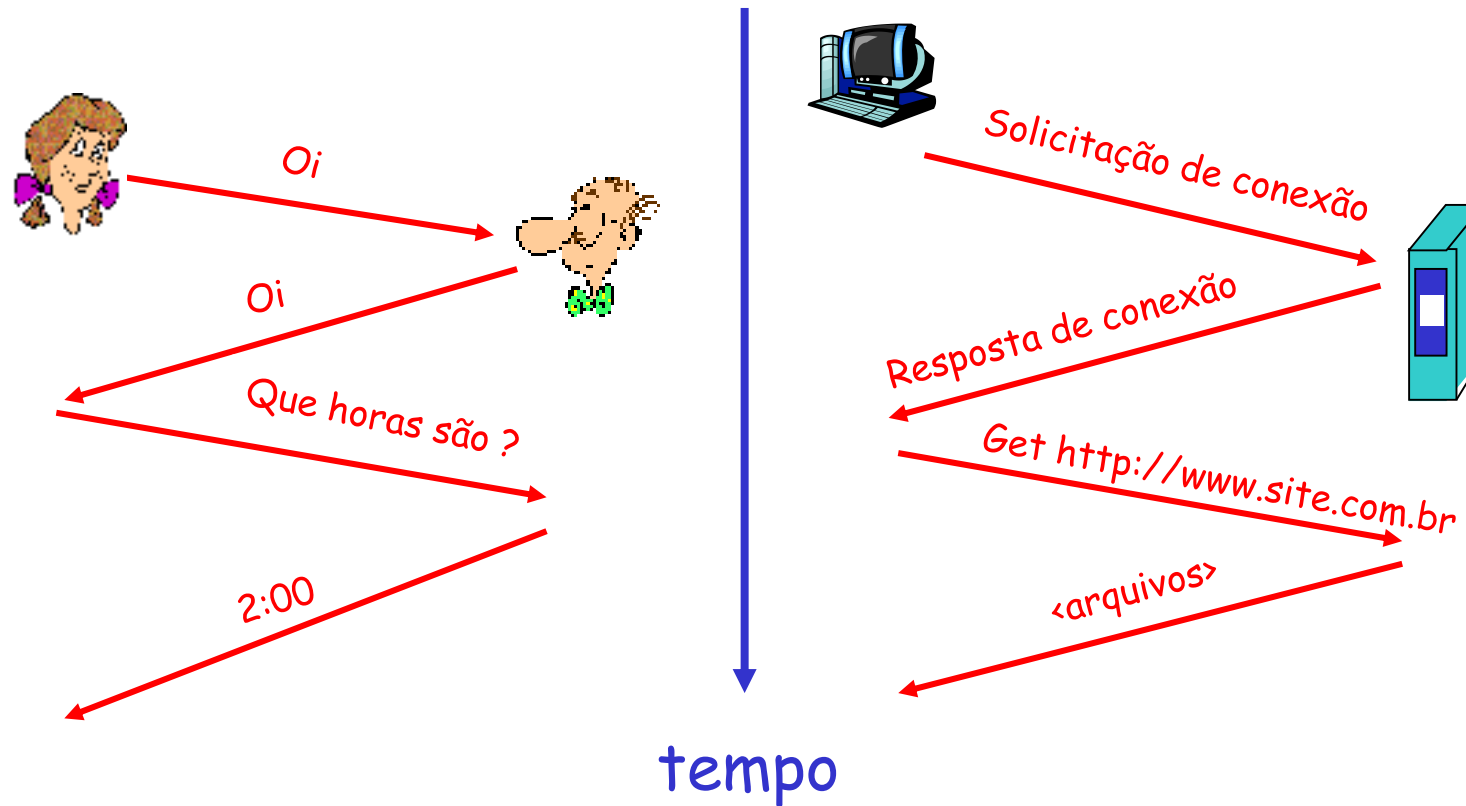
Protocolos de rede:

- ❑ Máquinas ao invés de humanos
- ❑ Toda atividade de comunicação na rede é governada por protocolos

...protocolos definem formatos, ordem das msgs, o envio e recebimento entre entidades de rede, e ações durante a transmissão.

O que é um protocolo ?

Comparação entre os protocolos humanos e de redes:



1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

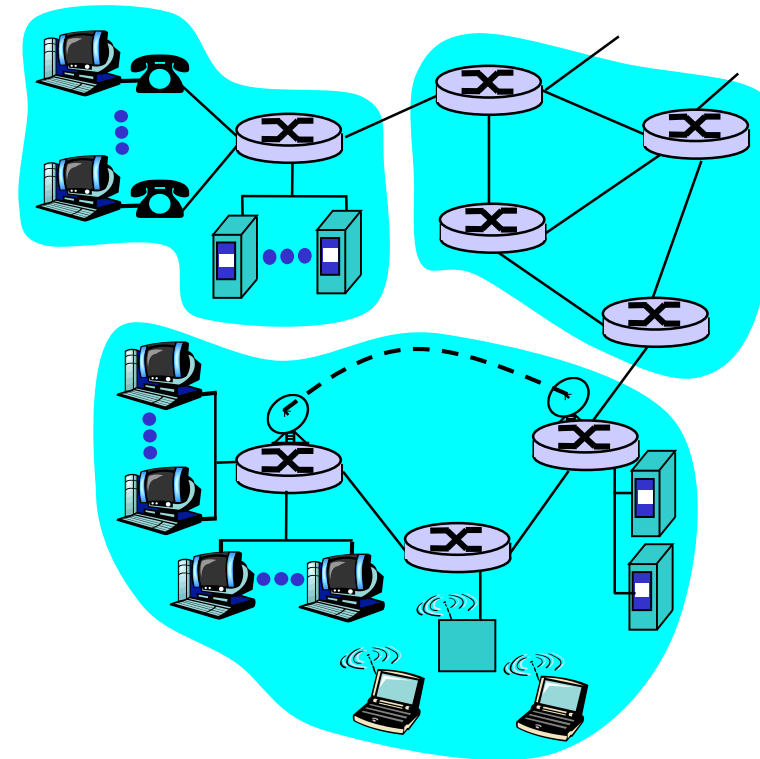
1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

1.7 História

Um olhar mais atento na estrutura da rede:

- ❑ **Borda da rede:**
aplicações e hosts
- ❑ **Núcleo da rede:**
 - roteadores
 - Rede das redes
- ❑ **Redes de acesso, meios físicos:** links de comunicação



A borda da rede:

❑ Sistemas finais (hosts):

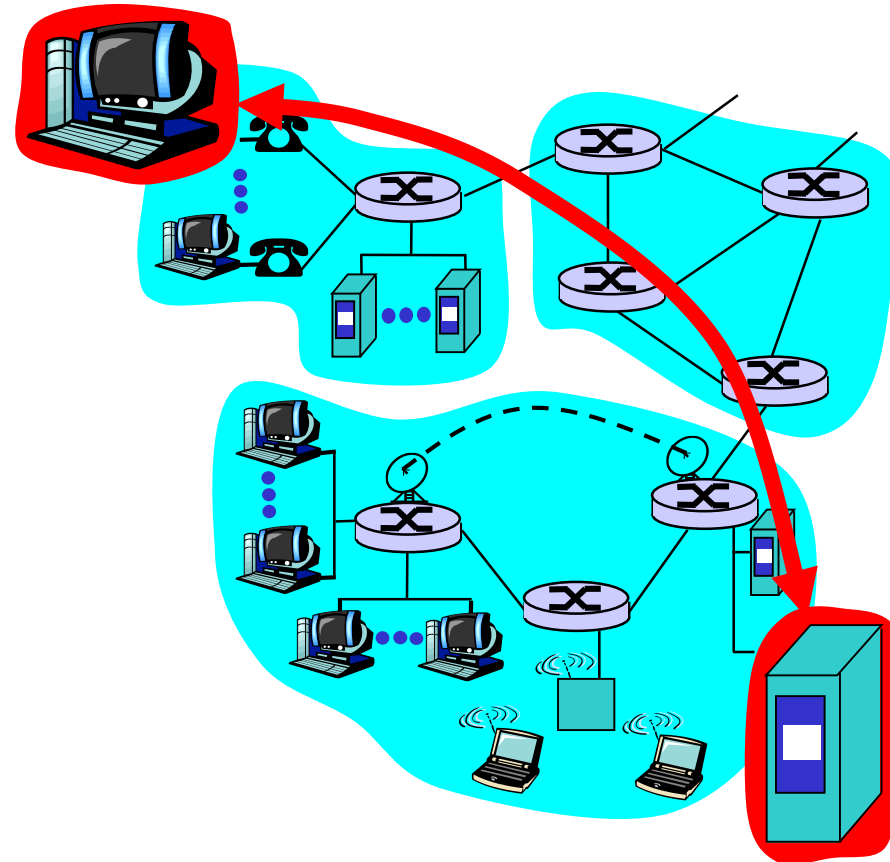
- Rodam aplicações (prog.)
- e.x. Web, email

❑ Modelo cliente/servidor

- host cliente requisita serviços de algum servidor disponível;
- e.x. Web browser/server; email client/server.

❑ Modelo peer-to-peer:

- uso mínimo (ou não) de servidores dedicados;
- e.x. Gnutella, KaZaA, e-mule



Borda de rede: Conexões orientadas a serviço

objetivo: transferência de dados entre sistemas finais.

❑ *handshaking:* configuração inicial para transferência dos dados.

- Dois lados prontos para transferir;

- *transmissão controlada.*

❑ TCP - Transmission Control Protocol

TCP [RFC 793]

❑ *confiável, garantia de entrega dos dados;*

- perda: reconhecer os erros e retransmitir.

❑ *Controle de fluxo:*

- Transmissor não inundar o receptor.

❑ *Controle de congestionamento:*

- Remetente reduz taxa de transmissão quando a rede está congestionada.

Borda de rede: Conexões não orientadas a serviço.

Objetivo: transferir dados entre sistemas finais

- O mesmo que o anterior.

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

- Não orientado a conexão;
- Transferência de dados incerta;
- Sem controle de fluxo;
- Sem controle de congestionamento;

App's que usam TCP:

- HTTP (Web), FTP (file transfer), Telnet (remote login), SMTP (email)

App's que usam UDP:

- Transmissão de mídia(audio e/ou vídeo), teleconferência, DNS, Telefonia pela internet.

1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

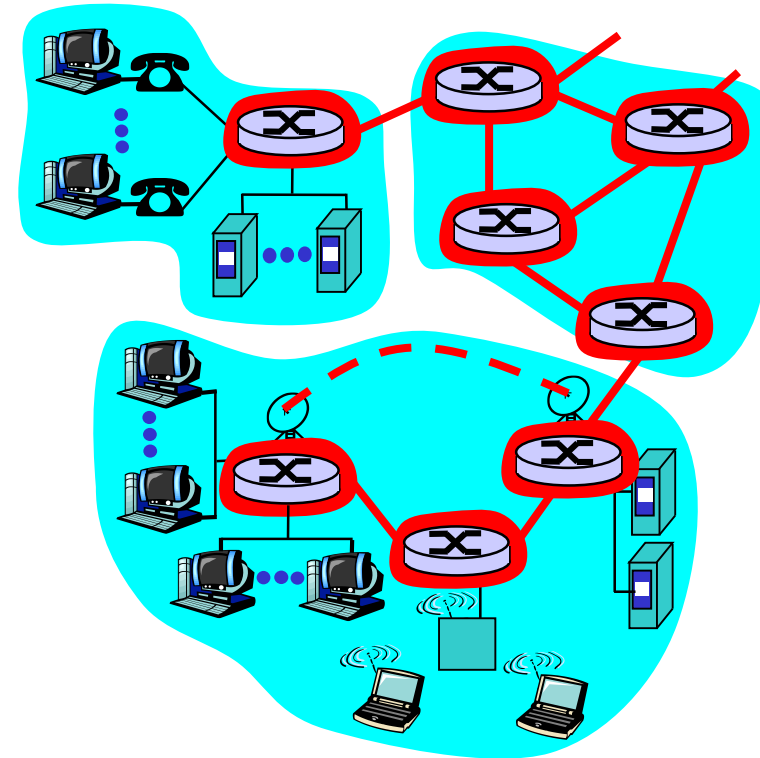
1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

1.7 História

O núcleo da rede

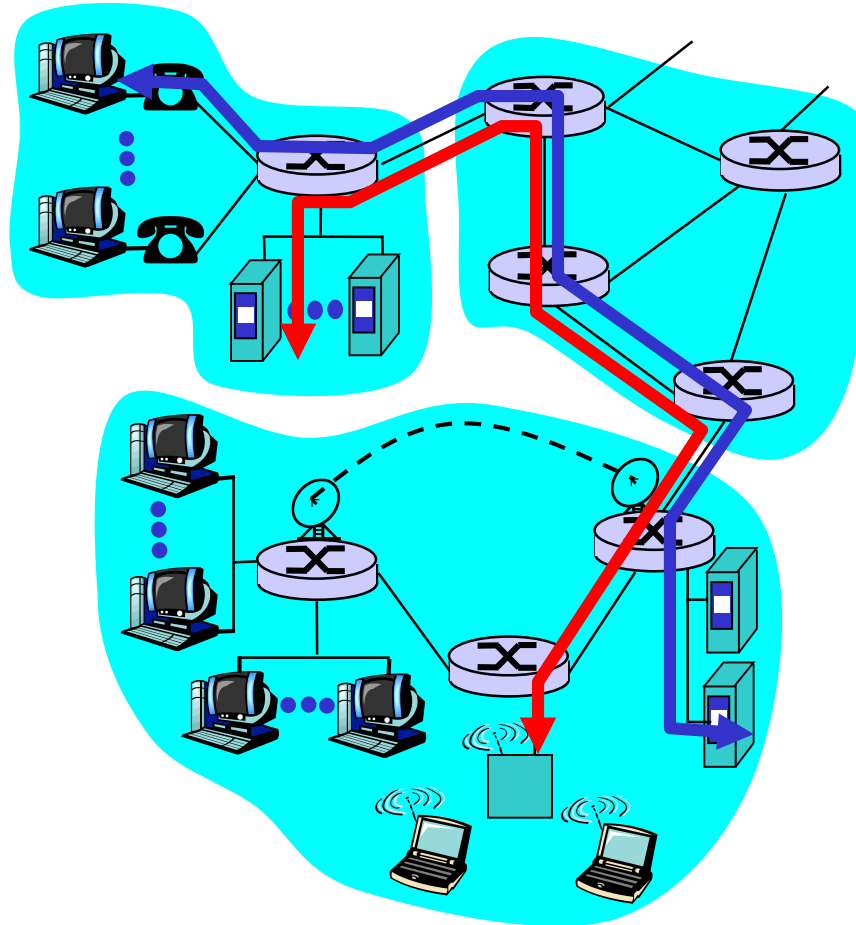
- ❑ Malha de roteadores interconectados
- ❑ A questão fundamental: como os dados são transferidos pela rede?
 - **Comutação por circuitos**: canal dedicado para cada chamada: e.x. telefone
 - **Comutação por pacotes**: dados enviados na rede em pedaços discretos.



Núcleo da rede: Comutação por circuito

Ambos sistemas finais reservam recursos para transferência.

- ❑ Largura de banda, capacidade de comutação;
- ❑ Recursos dedicados: sem compartilhamento;
- ❑ Garantia de performance
- ❑ Config. Inicial para transferir (handshaking).

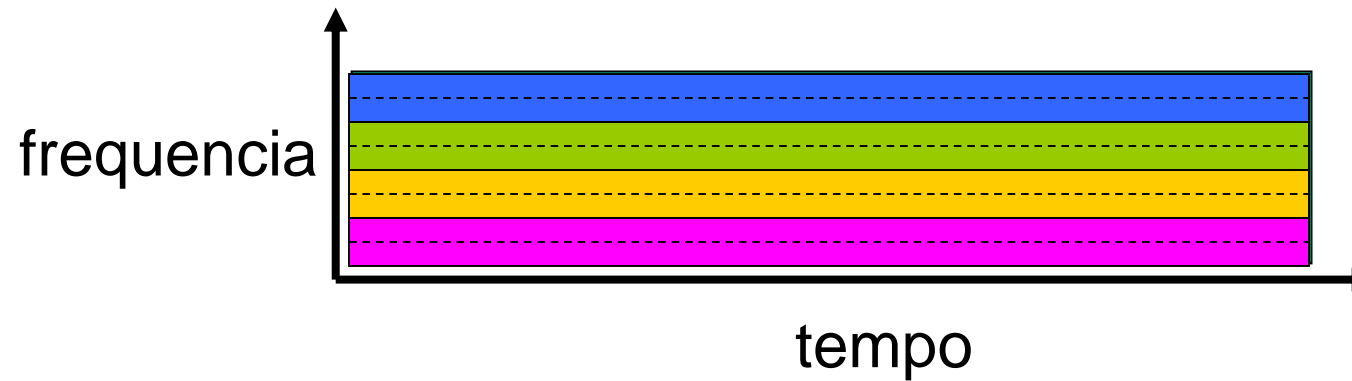


Comutação por circuito: FDM e TDM

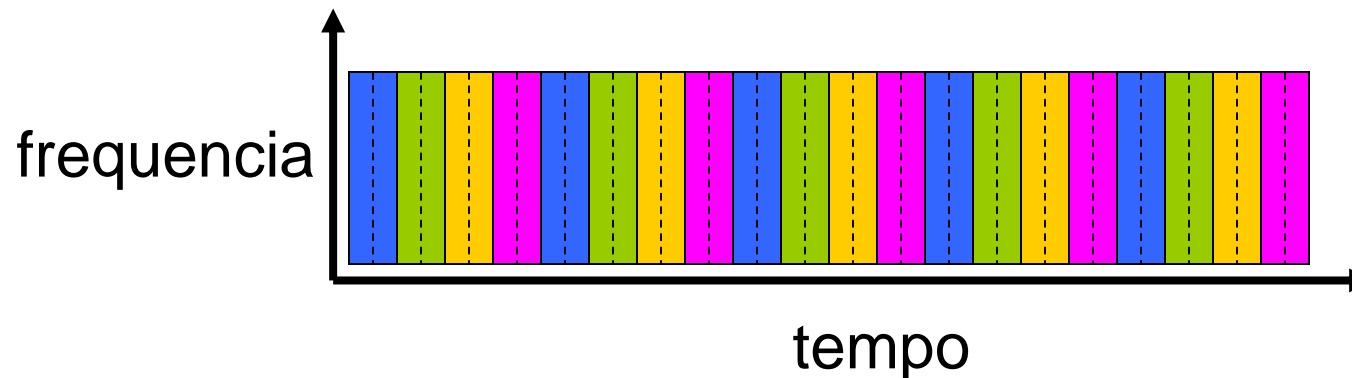
Exemplo:

4 usuários ■ ■ ■ ■

FDM



TDM



Exemplo numérico.

- ❑ Quanto tempo é gasto para a entrega de 500 bits do host A para o host B utilizando comutação por circuito ?
 - Velocidade do link 10 bps
 - O link usa TDM
 - 500 milésimos de segundos são gastos para o estabelecimento do circuito fim-a-fim.

E agora ?????

Núcleo da rede: comutação por pacotes

Cada transferência fim-a-fim é feita em pacotes.

- ❑ Os pacotes compartilham recursos da rede;
 - Cada pacote usa toda largura de banda disponível;
- ❑ Os recursos são usados conforme necessário.

Divisão de largura de banda em pedaços;

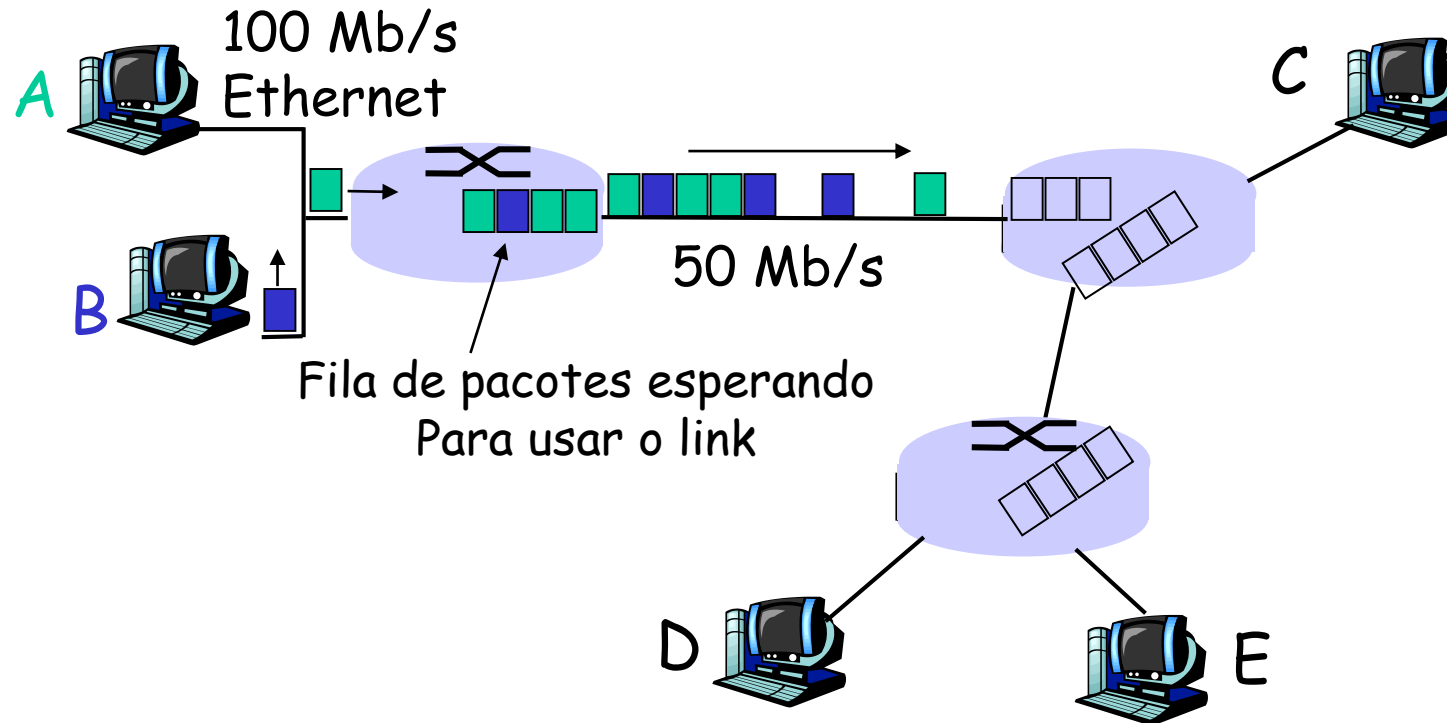
Alocação dedicada;

Reserva de recursos.

Contenção de recursos:

- ❑ Demanda por recursos pode exceder capacidade disponível;
- ❑ Congestionamento: pacotes esperam para o uso do link (fila);
- ❑ Cada nó da rede somente repassa o pacote após recebê-lo completamente.

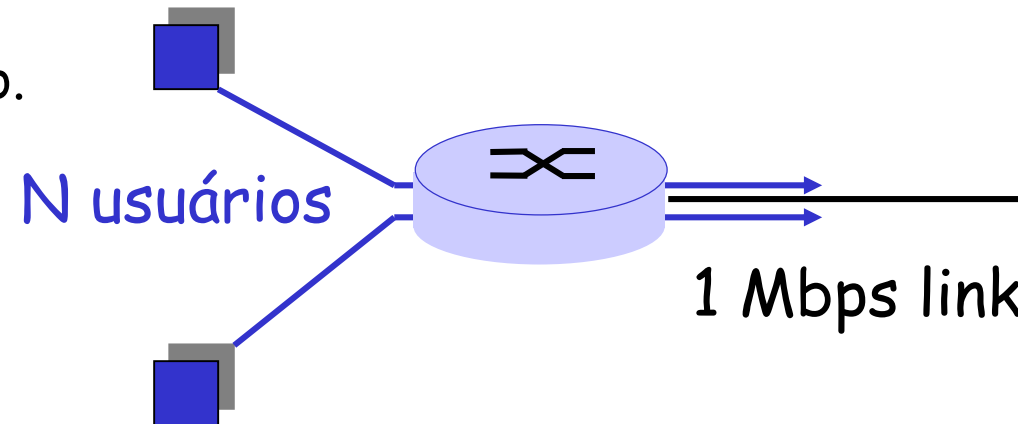
Comutação por pacotes: visão.



Comutação por pacotes x circuitos

Comutação por pacotes permite que mais usuários utilizem a rede.

- ❑ link de 1 Mb/s
- ❑ cada usuário:
 - 100 kb/s quando ativo.
 - Está ativo 10% do tempo.
- ❑ Por circuito:
 - 10 usuários.
- ❑ Por pacote:
 - Probabilidade de utilização de 100 usuários.



Comutação por pacotes x circuitos

Então comutação por pacotes é melhor ?

- ❑ Ideal para dados em rajadas.
 - Compartilhar recursos
 - Simplicidade, sem chamada para config. inicial.
- ❑ **Congestionamento excessivo:** atraso e perda de pacotes.
 - Necessidade de uso de protocolos controlar o congestionamento e o fluxo.
- ❑ **Q: Mas no que a comutação por circuitos é melhor ?**
 - Quando existe a necessidade de se garantir largura de banda (aplicativos de audio e video).

1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

1.7 História

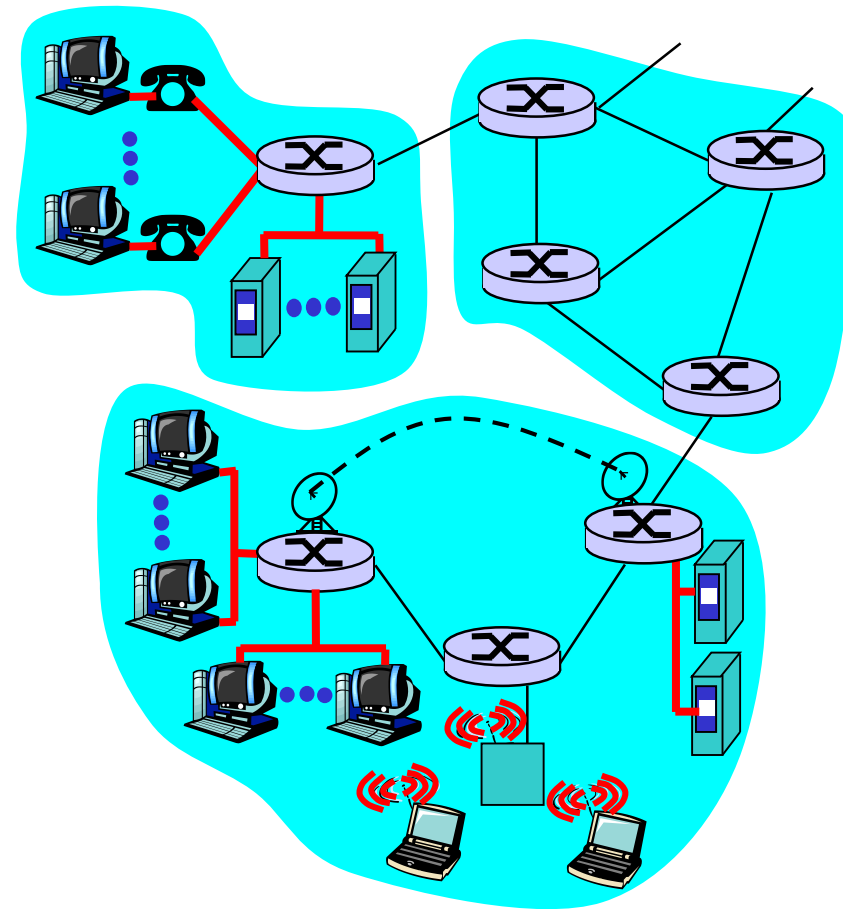
Acesso a rede e meios físicos

Como conectar sistemas finais aos roteadores de acesso?

- ❑ Redes de acesso residenciais
- ❑ Redes de acesso institucionais (escolas, empresas)
- ❑ Redes de acesso móveis

Tenha em mente:

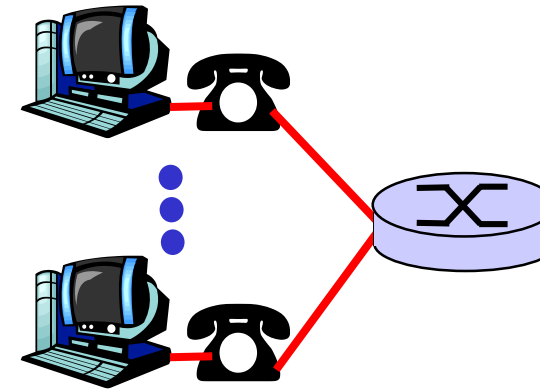
- ❑ Largura de banda(bits por segundo)
- ❑ Compartilhada ou dedicada?



Acesso residencial: acesso ponto a ponto.

❑ Dial-up via modem

- Até 56Kbps com acesso direto ao roteador (geralmente menos)
- Não pode navegar na rede e telefonar ao mesmo tempo.



❑ ADSL: linha de assinante digital assimétrica

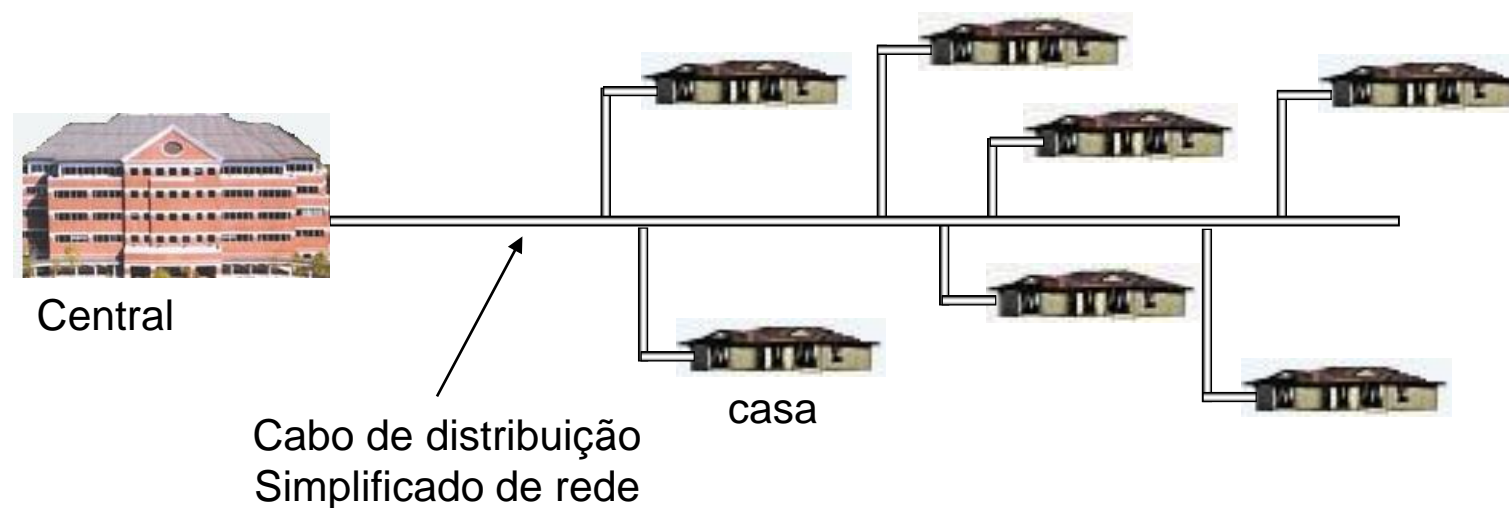
- até 1 Mbps de upstream (tipicamente < 256 kbps)
- Até 8 Mbps de downstream (tipicamente < 1 Mbps)
- FDM: 50 kHz - 1 MHz para downstream
4 kHz - 50 kHz para upstream
0 kHz - 4 kHz para telefone

Acesso Residencial: modens a cabo.

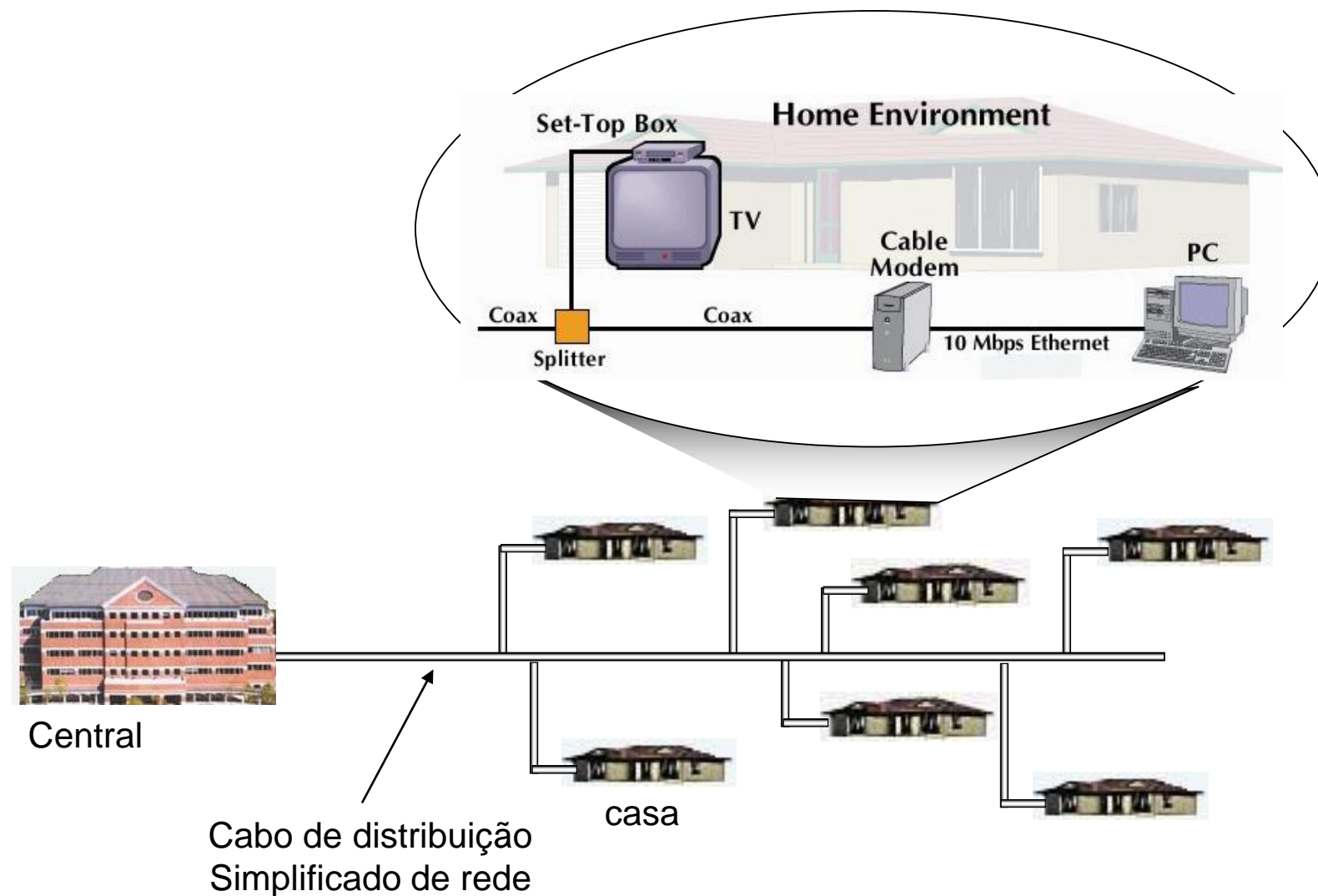
- ❑ HFC: coaxial de fibra hibrida.
 - assimétrica: até 30Mbps de downstream, 2 Mbps de upstream
- ❑ rede a cabo e fibra anexa as residencias aos Roteadore ISP.
 - Residencias compartilham acesso com Roteador ISP
- ❑ implantação: disponível através de empresas de TV a cabo.

Arquitetura de Rede a cabo: Visão

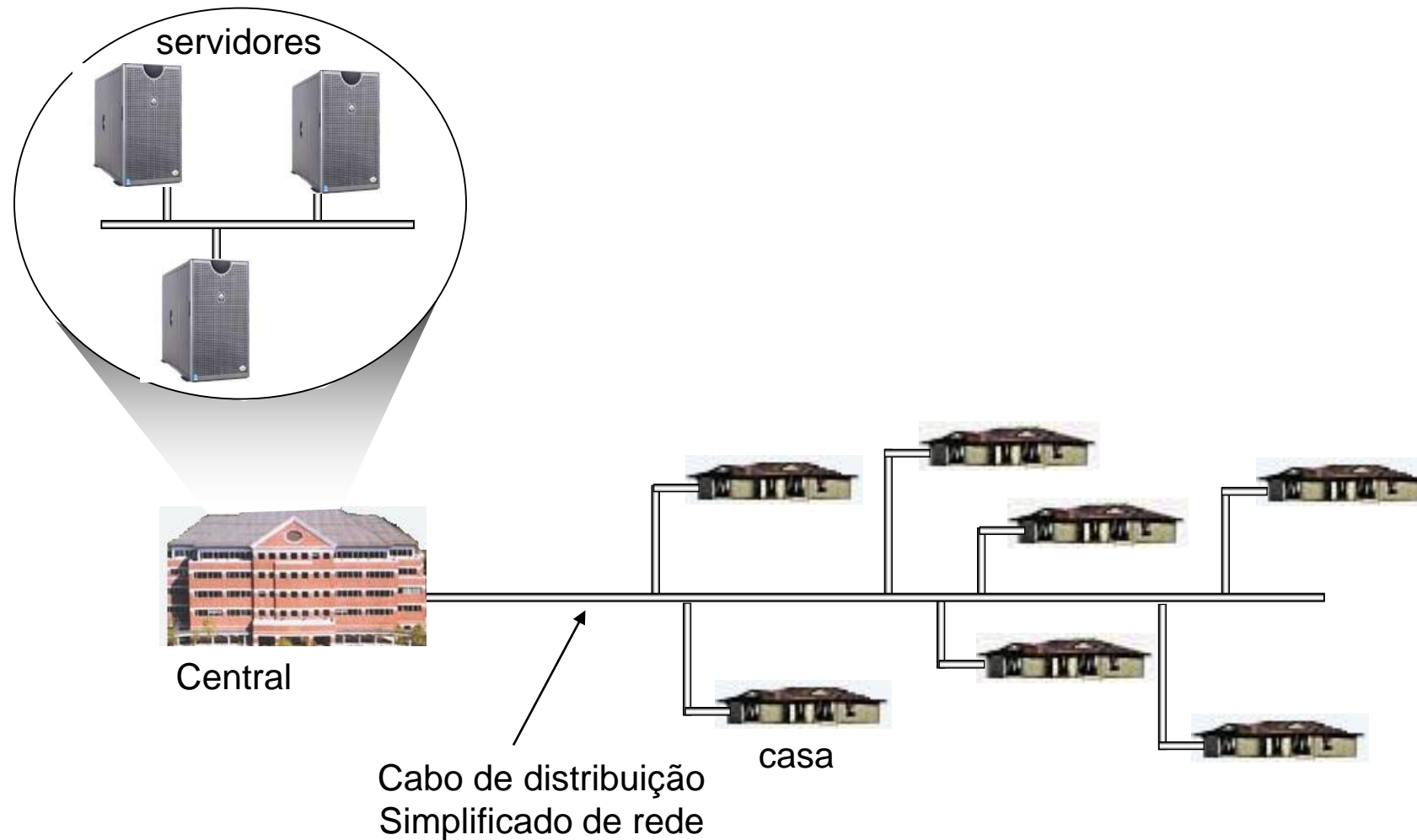
Tipicamente 500 até 5,000 casas



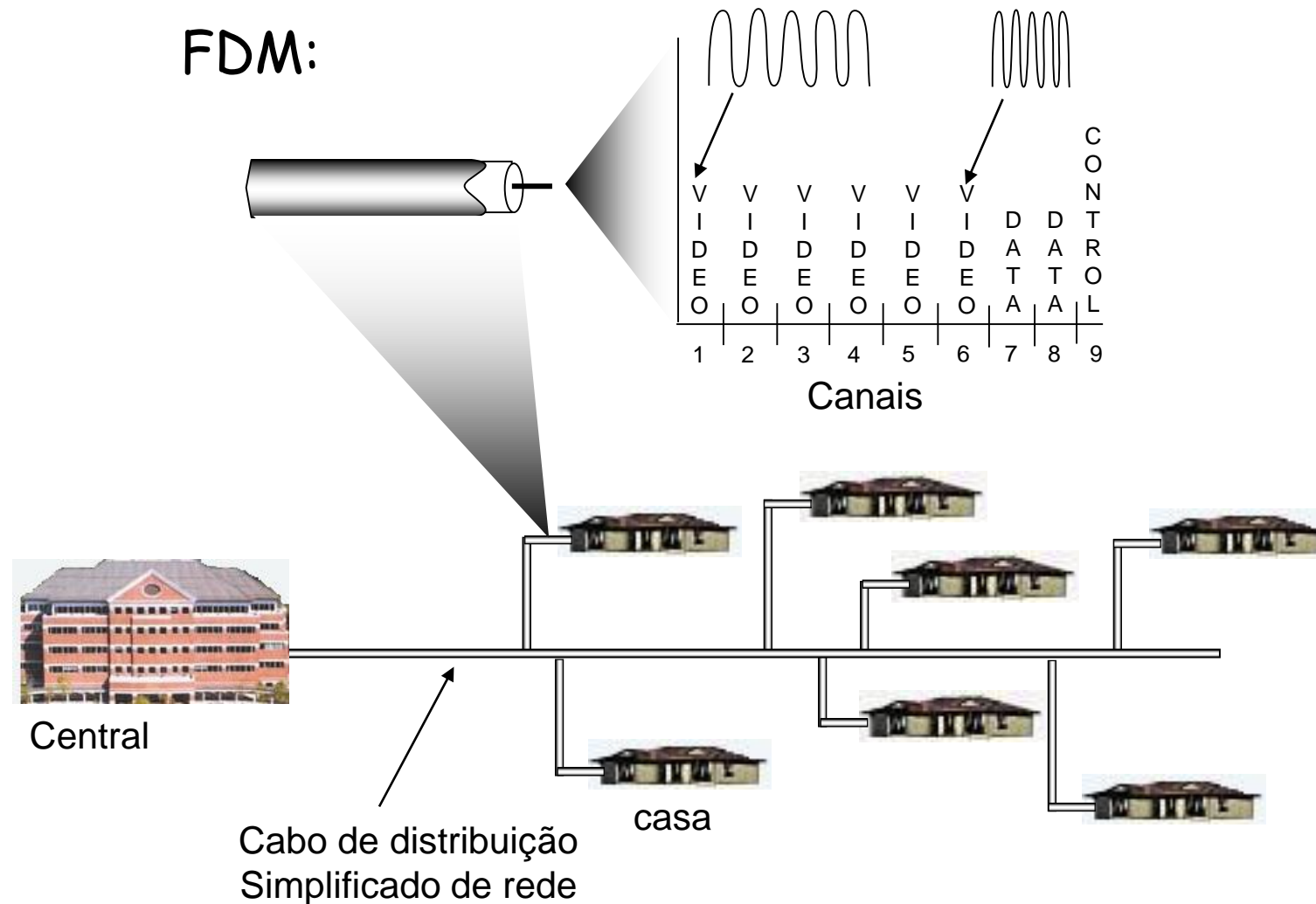
Arquitetura de Rede a cabo: Visão



Arquitetura de Rede a cabo: Visão



Arquitetura de Rede a cabo: Visão



Acesso Residencial: fibras ópticas.

Distribuição semelhante ao ADSL.

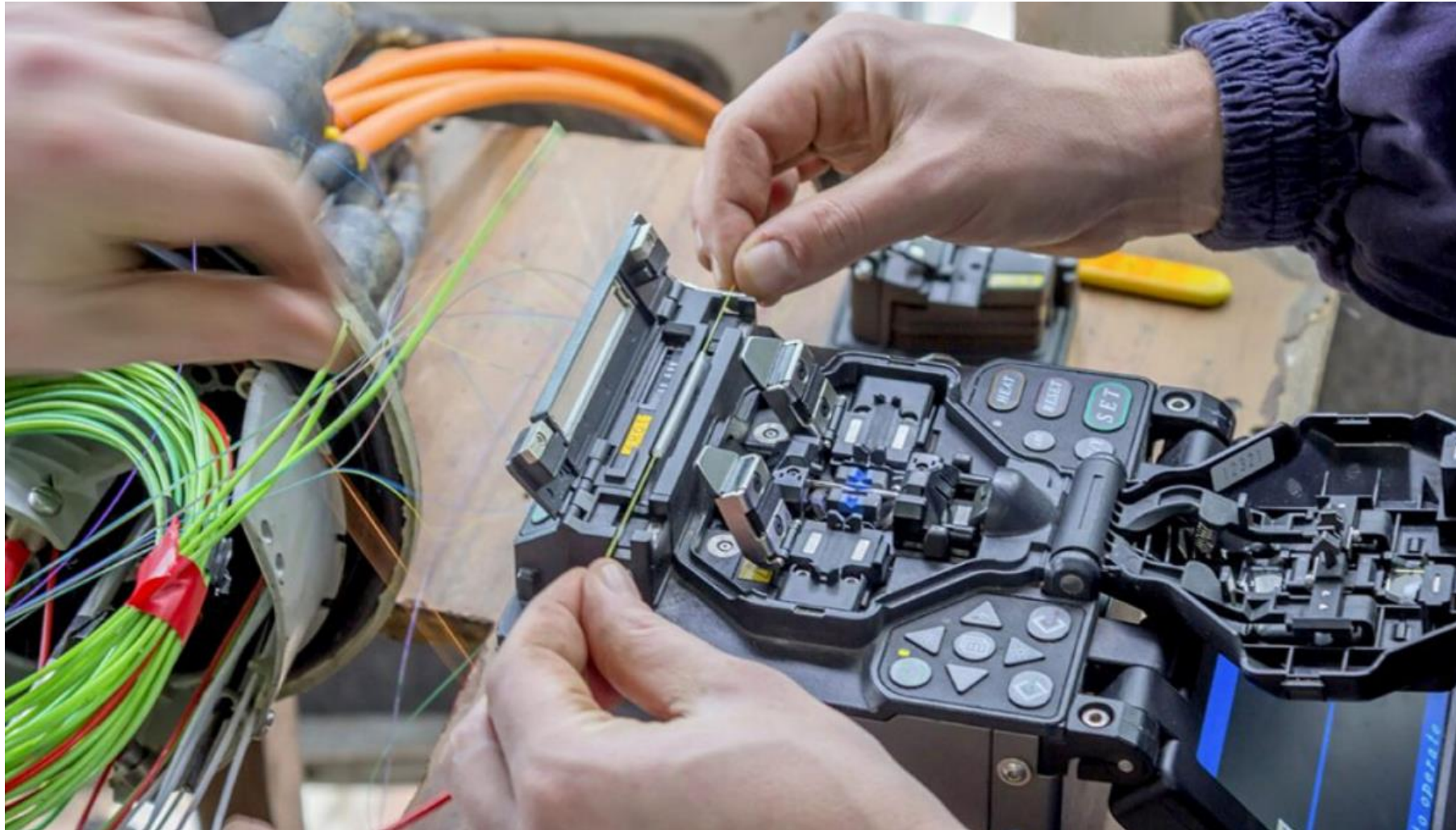
- Os provedores interligam os cabos até o cliente (Custo e mão de obra especializada);

Velocidades.

- até 500Mbps de downstream, 100 Mbps de upstream;



Acesso Residencial: fibras ópticas.



Equipamento de fusão/emenda

Acesso Residencial: fibras ópticas.



Equipamento de teste/medição

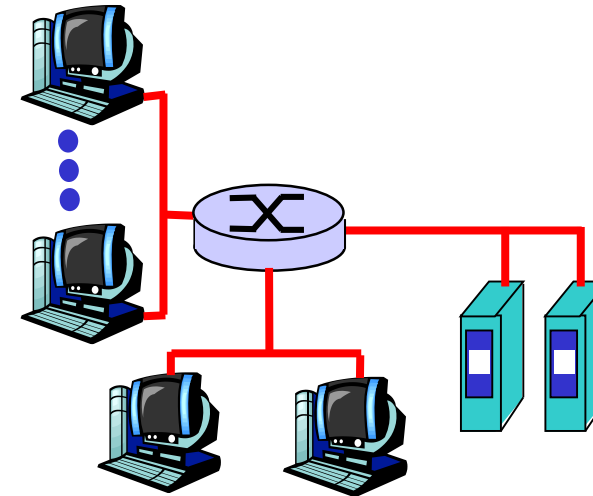
Acesso Residencial: fibras ópticas.



Unidade de Rede Ótica/ONU/Roteador/Switch/Ponto de acesso sem fio

Rede Empresariais: redes de área local

- ❑ empresa/univ **rede de área local** (LAN) conecta sistemas finais ao roteador de acesso
- ❑ **Ethernet:**
 - compartilhado ou dedicado conecta sistemas finais e o roteador
 - 100Mbps ou 1000Mbps(Gigabit) Ethernet

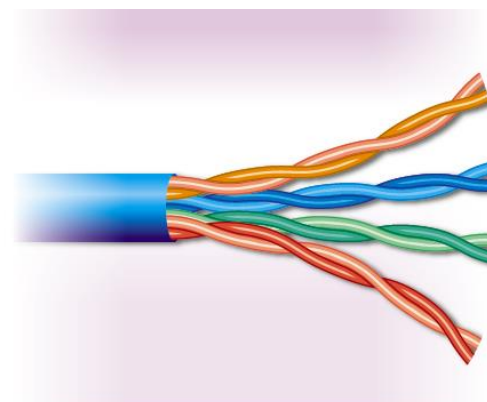


Mídias físicas

- ❑ **Bit:** propaga-se entre transmissores e receptores.
- ❑ **Link físico:** o que está entre o transm. e o recep.
- ❑ **Mídias guiadas:**
 - Sinal propaga em mídias sólidas: cobre, fibra óptica, cabo coaxial.
- ❑ **Mídias não guiadas:**
 - Sinal propaga livremente , e.x., radio-frequencia

Par-trançado (TP)

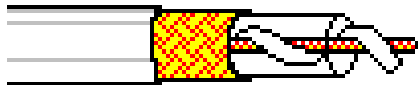
- ❑ dois fios de cobre.
 - Categoria 3: cabos de telefones tradicionais, 10 Mbps Ethernet
 - Categoria 5: 100Mbps Ethernet
 - Categoria 6: 1000Mbps Ethernet



Mídias físicas: cabo coaxial e fibra.

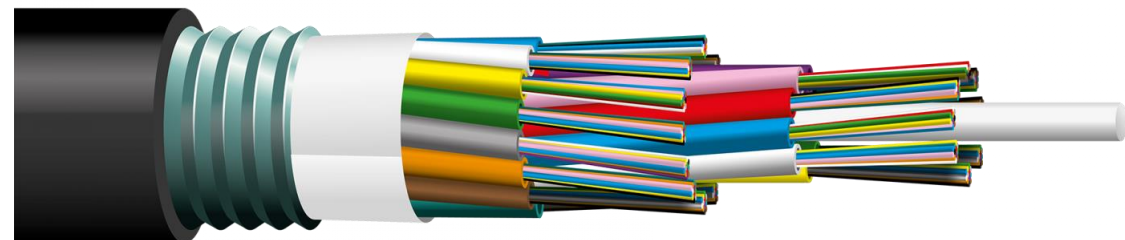
Cabo coaxial:

- ❑ dois condutores de cobre concêntrico
- ❑ bidirecionais
- ❑ baseband:
 - Canal único no cabo
 - legado Ethernet
- ❑ broadband:
 - múltiplos canais no cabo
 - HFC (fibra-coaxial híbrida)



Cabo de fibra ótica:

- ❑ fibra de vidro transportando pulsos de luz, cada pulso é um bit.
- ❑ Operação de alta velocidade:
 - Transmissão Ponto a ponto(e.x., 5 Gps)
- ❑ Baixa taxa de erros: repetidores bastante espaçados; imune a ruídos eletromagnéticos.



Mídias físicas: radio-frequencia

- ❑ Sinal transportado no espectro eletromagnético.
- ❑ Sem cabo "wire"
- ❑ bidirecional
- ❑ Efeitos no ambiente de propagação:
 - reflexão
 - Obstrução por objetos
 - Interferencia.

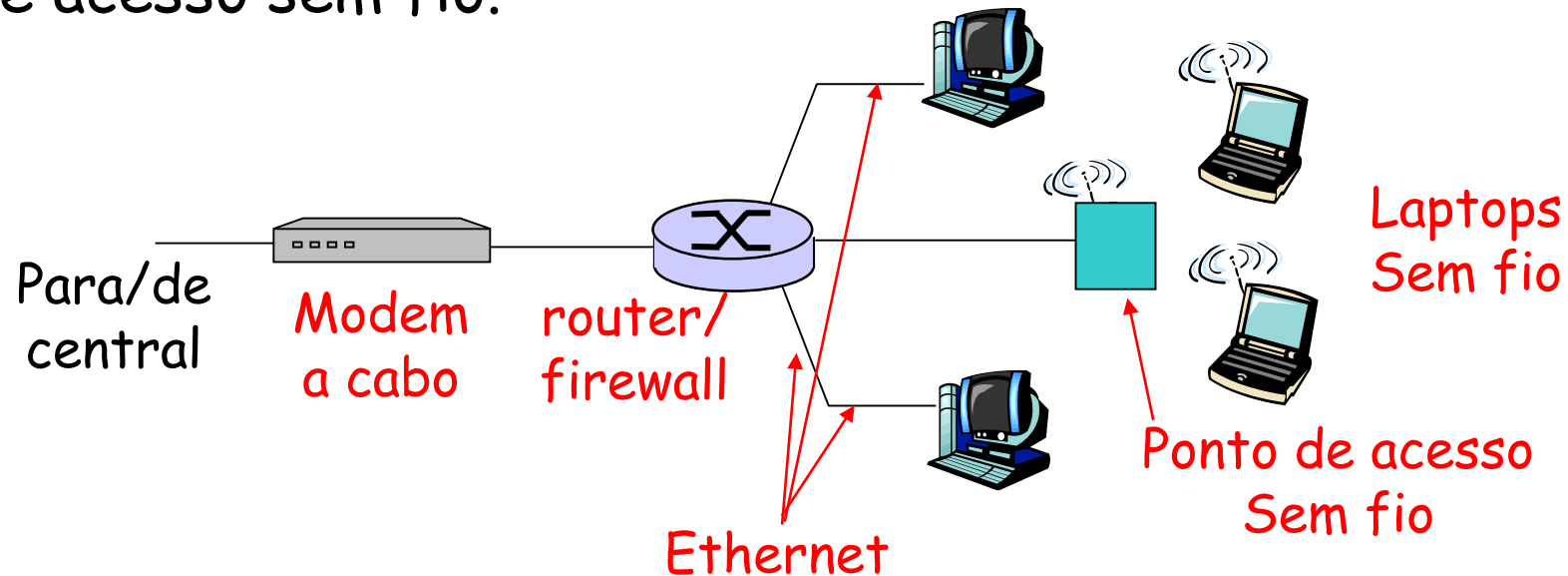
Tipos de link de radio:

- ❑ **W-PAN** (e.x., bluetooth)
 - 1 a 2Mbps...
- ❑ **W-LAN** (e.x., Wifi)
 - 11, 54, 108, 300Mbps...
- ❑ **W-MAN Ampla-área** (e.x., celular)
 - E.x. 3, 4, 5 e 6G: dezenas de mbps
- ❑ **W-WAN satélite**
 - Canais de até 50Mbps (ou multiplos pequenos canais)
 - 270 msec de atraso fim -a-fim

Redes residenciais

Componentes típicos de uma rede residencial.

- ❑ ADSL ou modem a cabo.
- ❑ router/firewall/NAT
- ❑ Ethernet
- ❑ Ponto de acesso sem fio.



Roteiro

1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

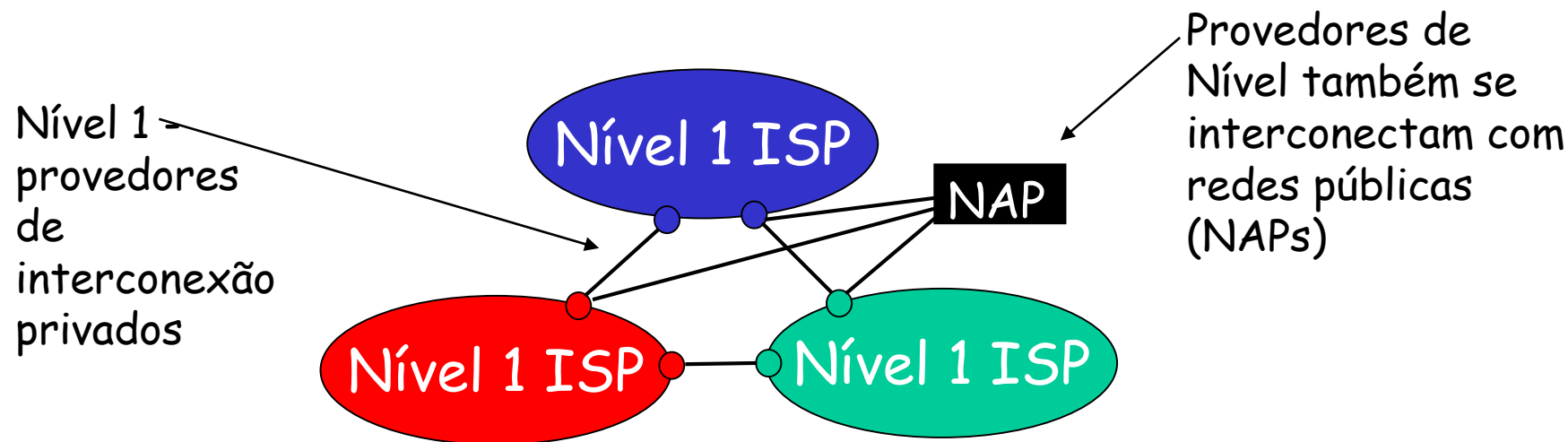
1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

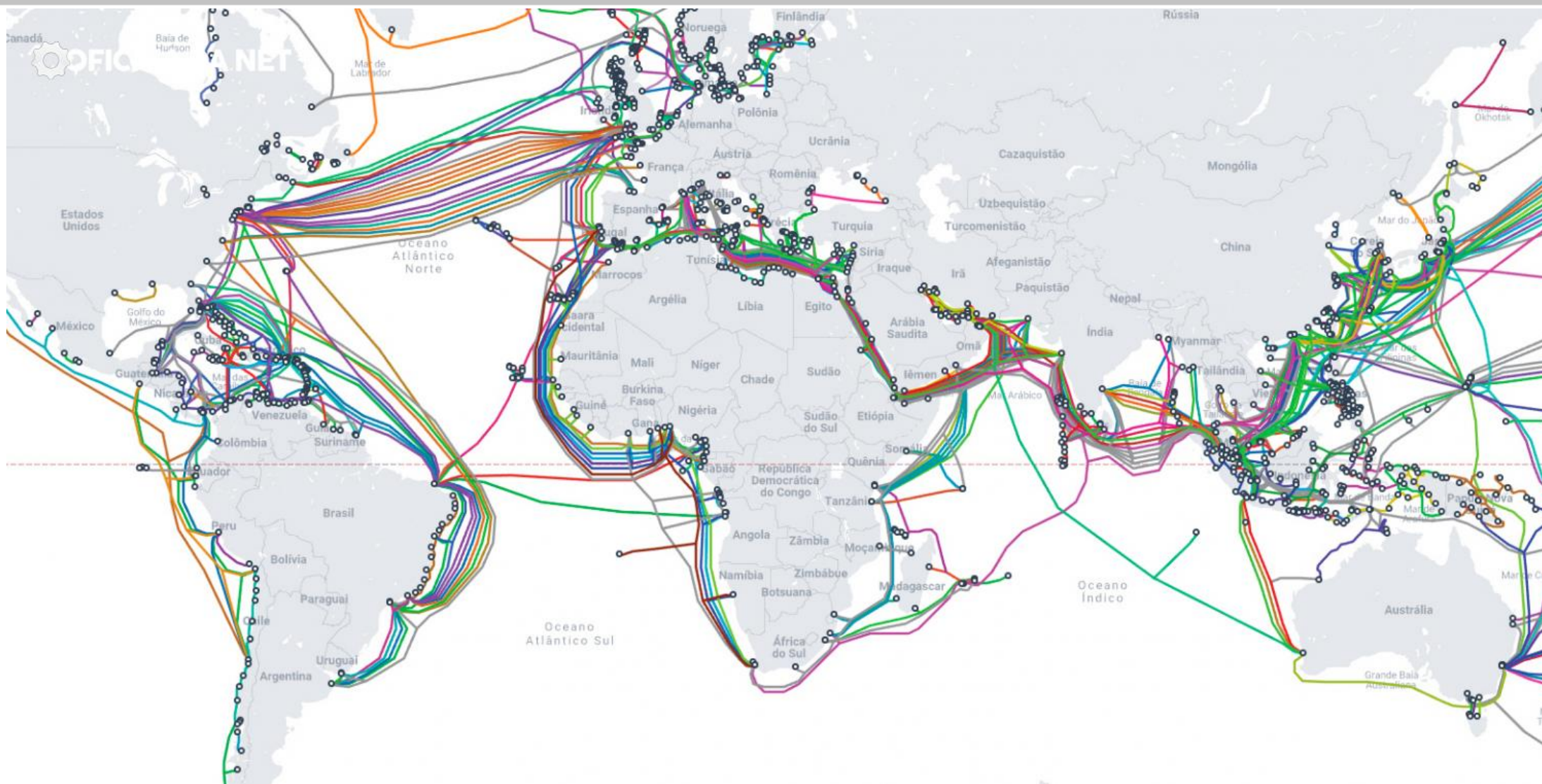
1.7 História

Estrutura da internet: rede das redes

- ❑ hierárquica
- ❑ **No centro: ISPs Nível 1** (e.x., UUNet, BBN/Genuity, Sprint, AT&T), cobertura nacional/internacional
 - Todos tratados igualmente.



ISP Nível 1: e.x:

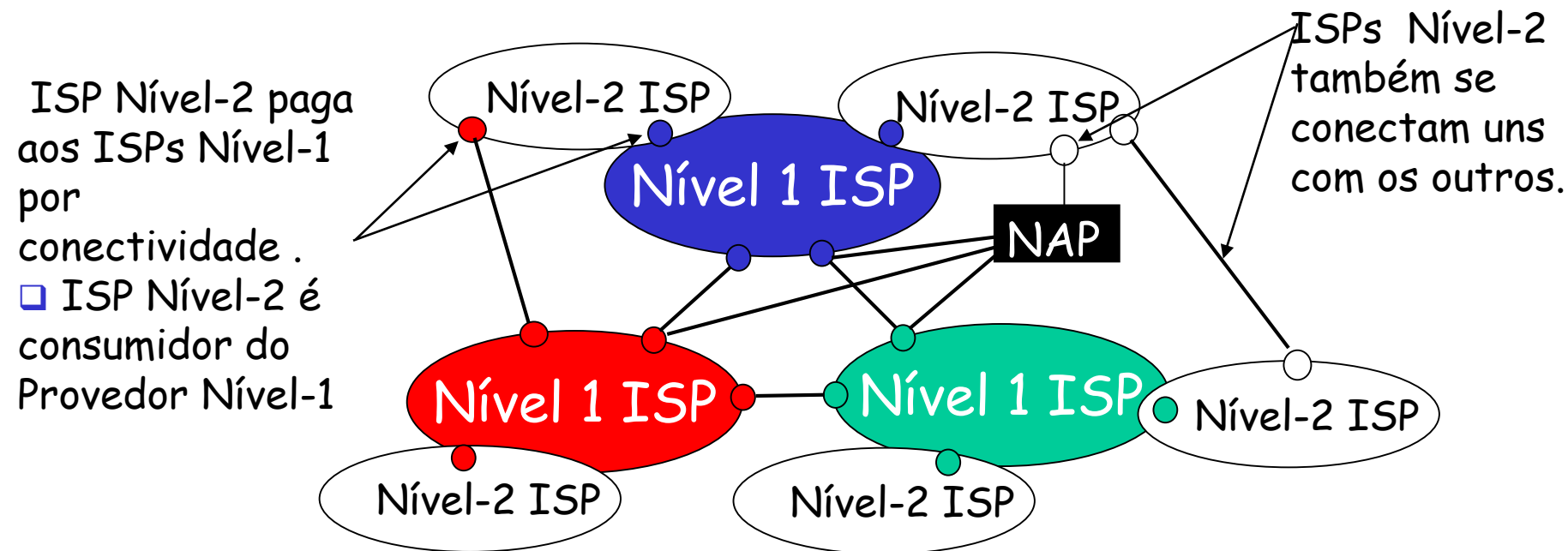


backbones globais

Estrutura da internet: rede das redes

□ ISPs "Nível-2": menores (geralmente regionais)

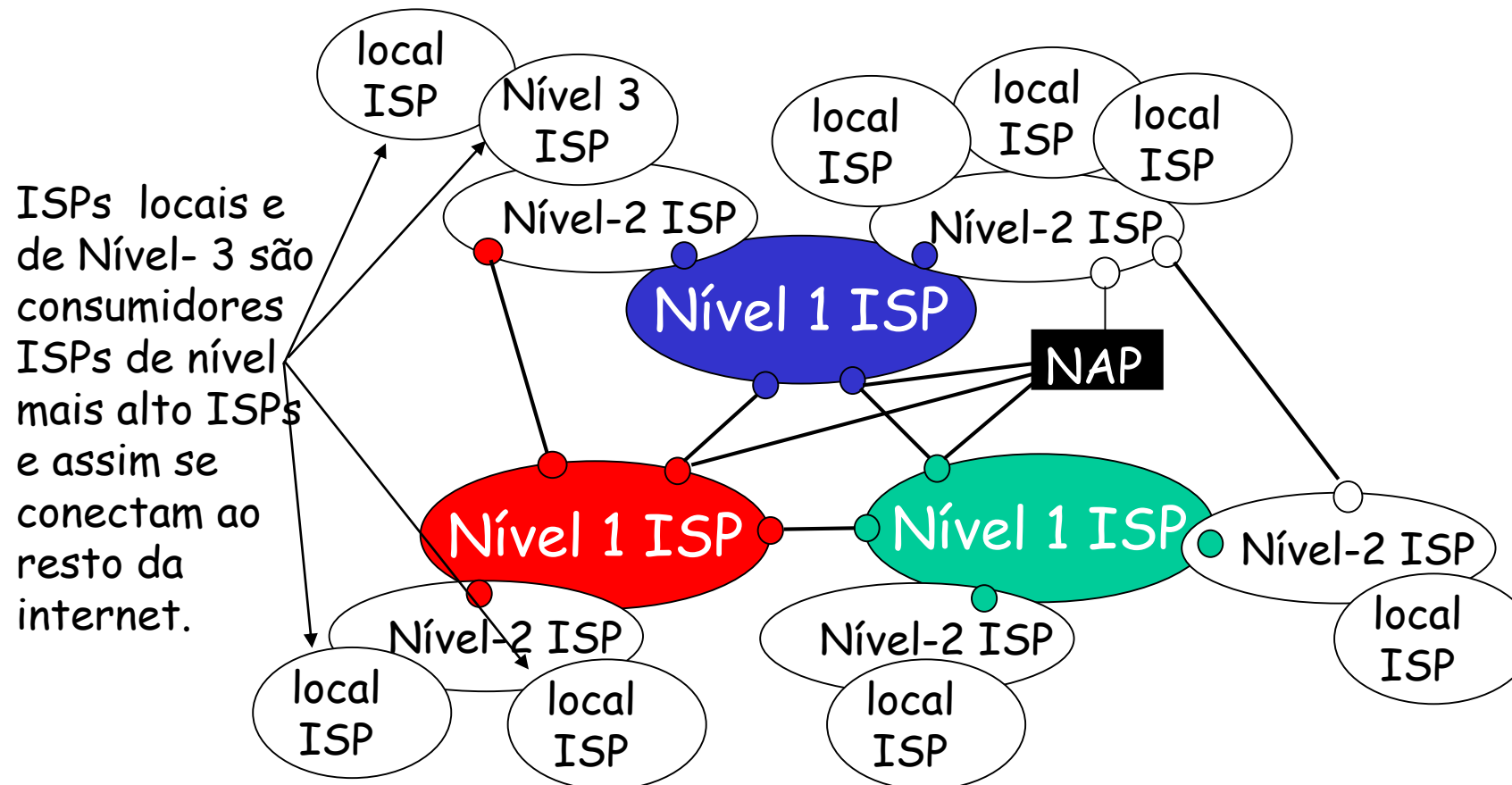
- Conectam-se a um ou mais ISPs de nível 2 (geralmente mais de um)



Estrutura da internet: rede das redes

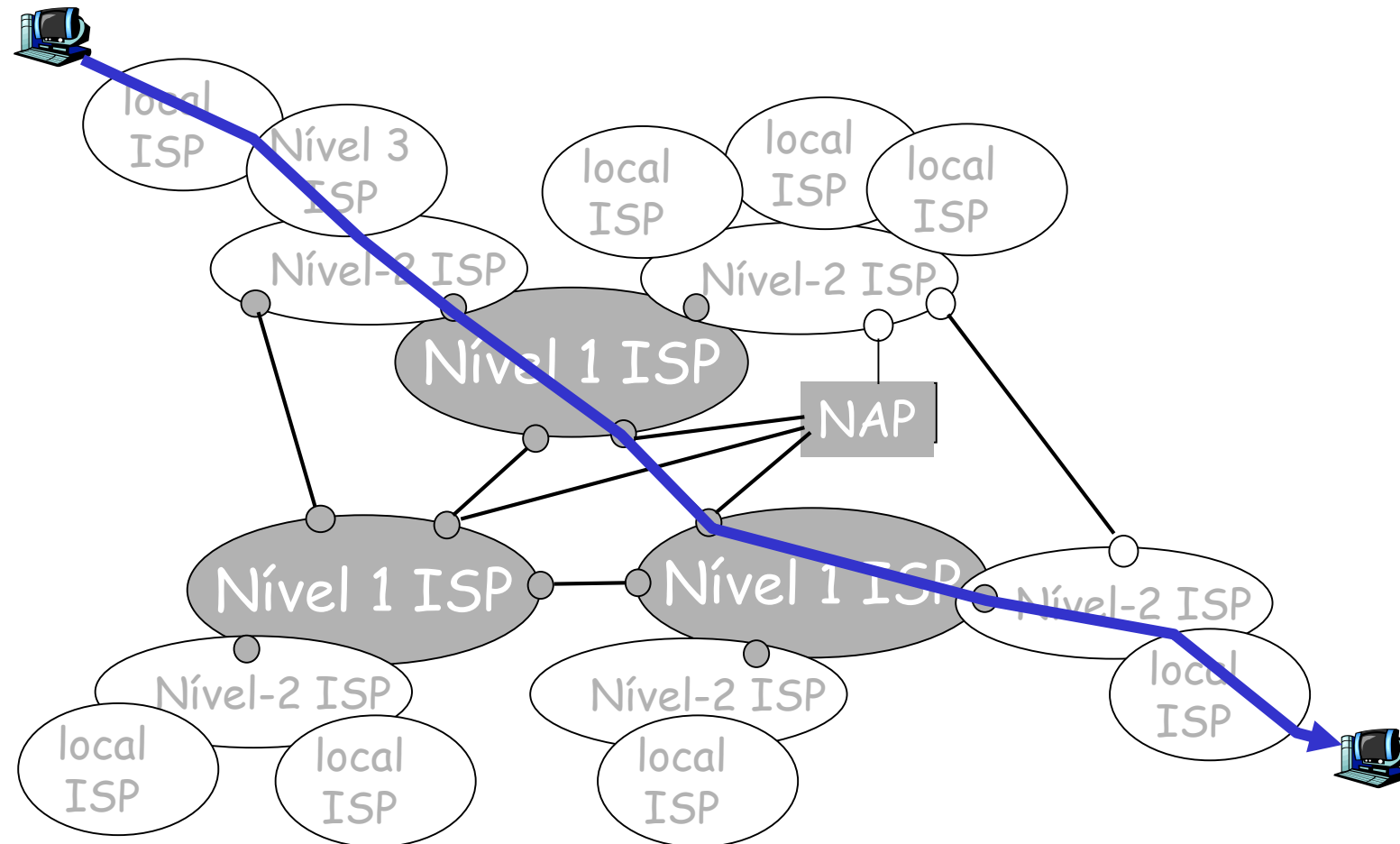
□ "Nível-3" ISPs e ISPs locais

- Acesso a rede (mais perto do sistemas finais)



Estrutura da internet: rede das redes

- Um pacote passa por muitas redes.



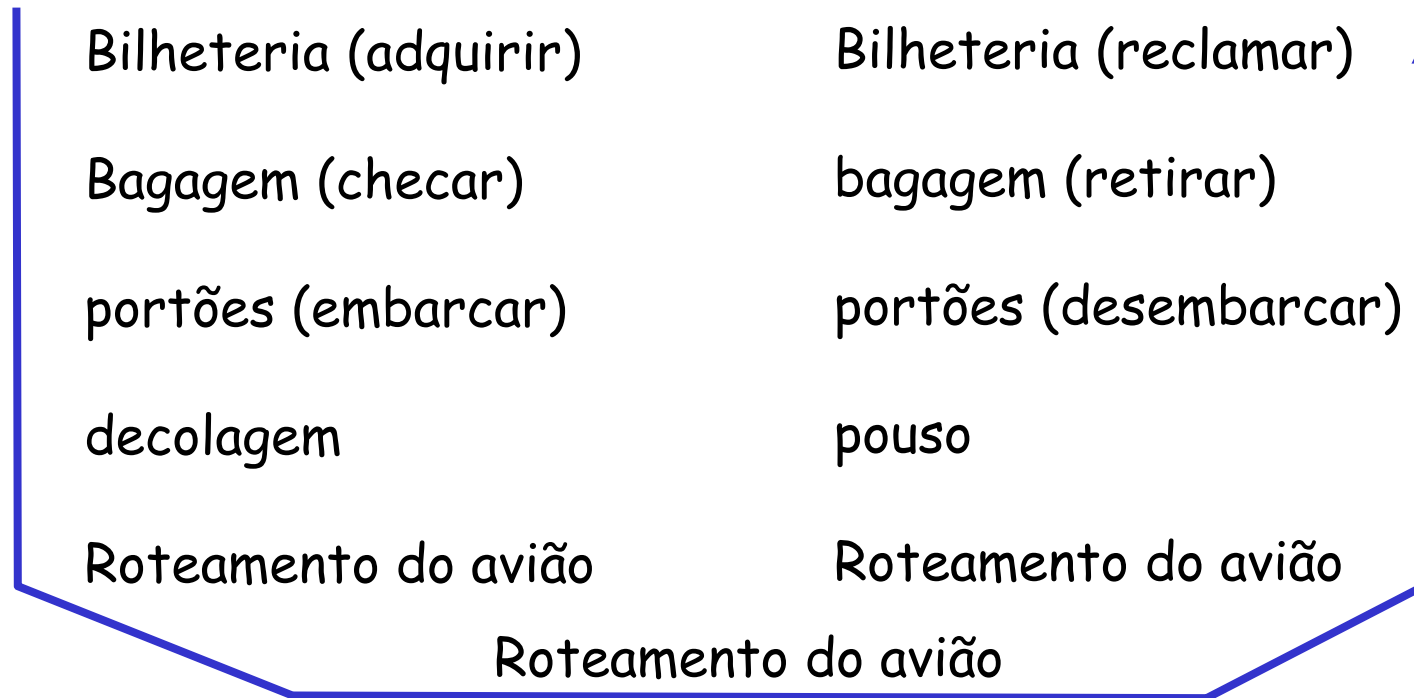
- 1.1 O que é a internet ?
- 1.2 Borda de rede
- 1.3 Núcleo da rede
- 1.4 Acesso a rede e os meios físicos
- 1.5 Estrutura da internet e os ISPs
- 1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço
- 1.7 História

A complexidade da rede!

- ❑ Muitas "peças":
 - hosts
 - roteadores
 - Links de variados tipos
 - Aplicações
 - protocolos
 - hardware, software

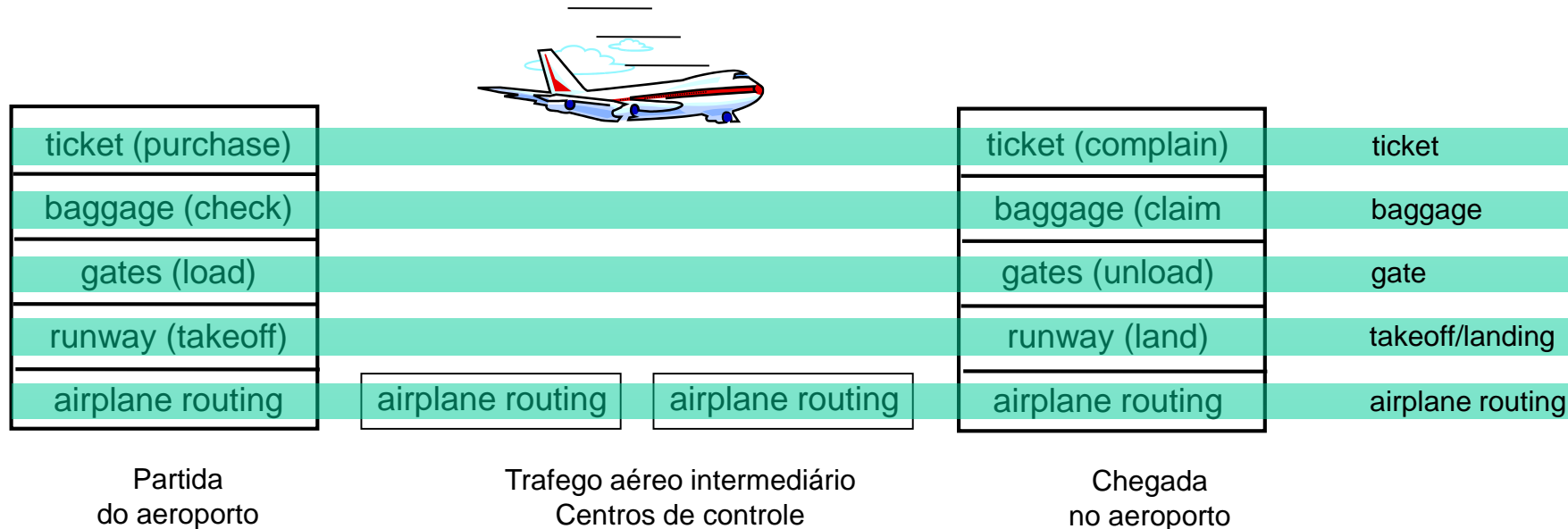
Cada camada desempenha uma função na estrutura de rede.

Organização de uma viagem aérea



□ Uma série de passos

Funcionalidades específicas



Camadas: cada camada realiza um serviço.

- Através de suas próprias ações internas na camada.
- Confiança nos serviços executados pela camada inferior

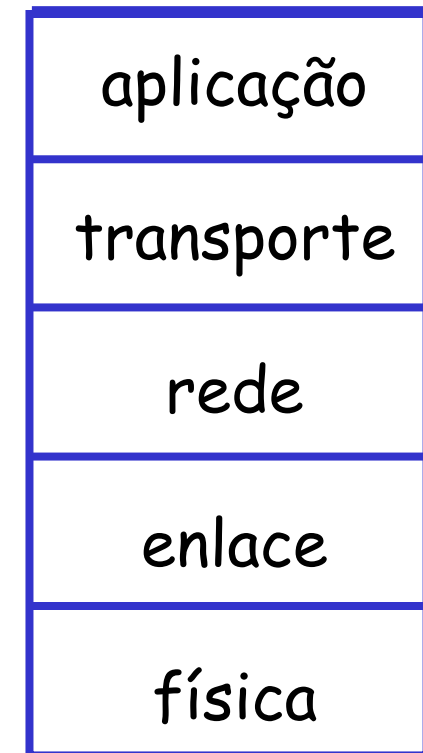
Porque dividir em camadas ?

Subdividir sistemas complexos:

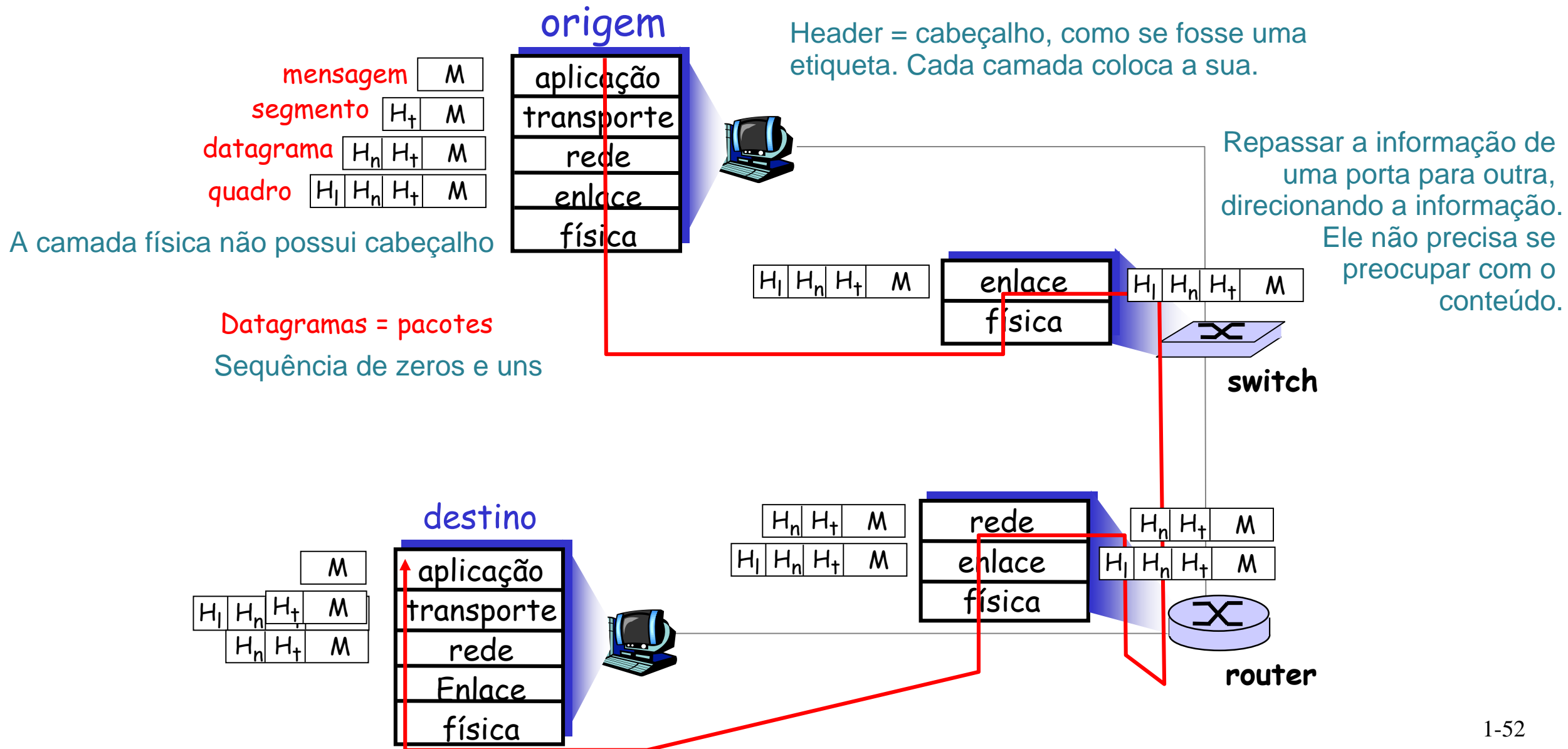
- ❑ Permite melhor identificação e gerenciamento.
- ❑ modularização facilita a manutenção, atualização do sistema.
 - mudança na aplicação de uma camada são transparentes para o resto do sistema.
 - e.x., alterações no embarque(portões), não afeta o restante do sistema. (decolagem, pouso, voo)

Pilhas de protocolos de redes.

- ❑ **aplicação:** suporte para aplicações do usuário.
 - FTP, SMTP, HTTP Quem desenvolve trabalha nessa camada
- ❑ **transporte:** transferência de dados host-host
 - TCP, UDP
- ❑ **rede:** roteamento dos datagramas da origem até o destino.
 - IP, protocolos de roteamento.
- ❑ **enlace:** transferência de dados entre elementos vizinhos na rede.
 - PPP, Ethernet Endereço MAC
- ❑ **física:** carrega os bits pelo meio utilizado (cobre, luz)



Encapsulamento



Roteiro

1.1 O que é a internet ?

1.2 Borda de rede

1.3 Núcleo da rede

1.4 Acesso a rede e os meios físicos

1.5 Estrutura da internet e os ISPs

1.6 Camadas de protocolo, modelos de serviço

1.7 História

História da internet

1961-1972: Início precoce da comutação por 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 Agência de Projetos e Pesquisas Avançadas.
- ❑ 1969: o primeiro nó ARPAnet se torna operacional.
- ❑ 1972:
 - ARPAnet é demonstrada publicamente.
 - NCP (Network Control Protocol) primeiro host-host protocolo.
 - primeiro programa de e-mail.
 - ARPAnet tinha 15 nós.

História da internet

1972-1980: Interconexão, redes proprietárias

- ❑ 1970: ALOHAnet rede via satellite no Hawaii
- ❑ 1973: Metcalfe's tese de PhD propõe o padrão Ethernet
- ❑ 1974: Cerf and Kahn - arquitetura para interconexão das redes.
- ❑ Final dos 70's: arquiteturas proprietárias: DECnet, SNA, XNA
- ❑ Final dos 70's: comutação de pacotes de comprimento fixo (precursor foi ATM)
- ❑ 1979: ARPAnet tinha 200 nós

Cerf and Kahn's principios de interconexão:

- Minimalismo, autonomia - sem exigencia de alterações internas para interconectar redes.
- Modelo de serviço de melhor esforço.
- Roteadores sem estado definido
- Controle descentralizado

Define a arquitetura da internet de hoje

História da internet

1990, 2000's: comercialização, a Web, novos aplicativos

□ começo 1990's: Web

- hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
- HTML, HTTP: Berners-Lee
- 1994: Mosaic, depois Netscape (browsers)
- final 1990's: comercialização na web

de 1990's - 2000's:

- Mais aplicativos: Msn, P2P compartilhamento de arqs.
- Segurança das redes em prova.
- est. 50 milhões de hosts, 100 milhões de usuários.
- Enlace dos backbones rodando em Gbps

Sumário

Tópicos relevantes

- ❑ Visão geral sobre internet
- ❑ O que é um protocolo ?
- ❑ Borda, núcleo e redes de acesso
 - Comutação de pacotes x comutação de circuitos.
- ❑ Estrutura dos ISPs
- ❑ Modelo de camadas e serviço.
- ❑ História