

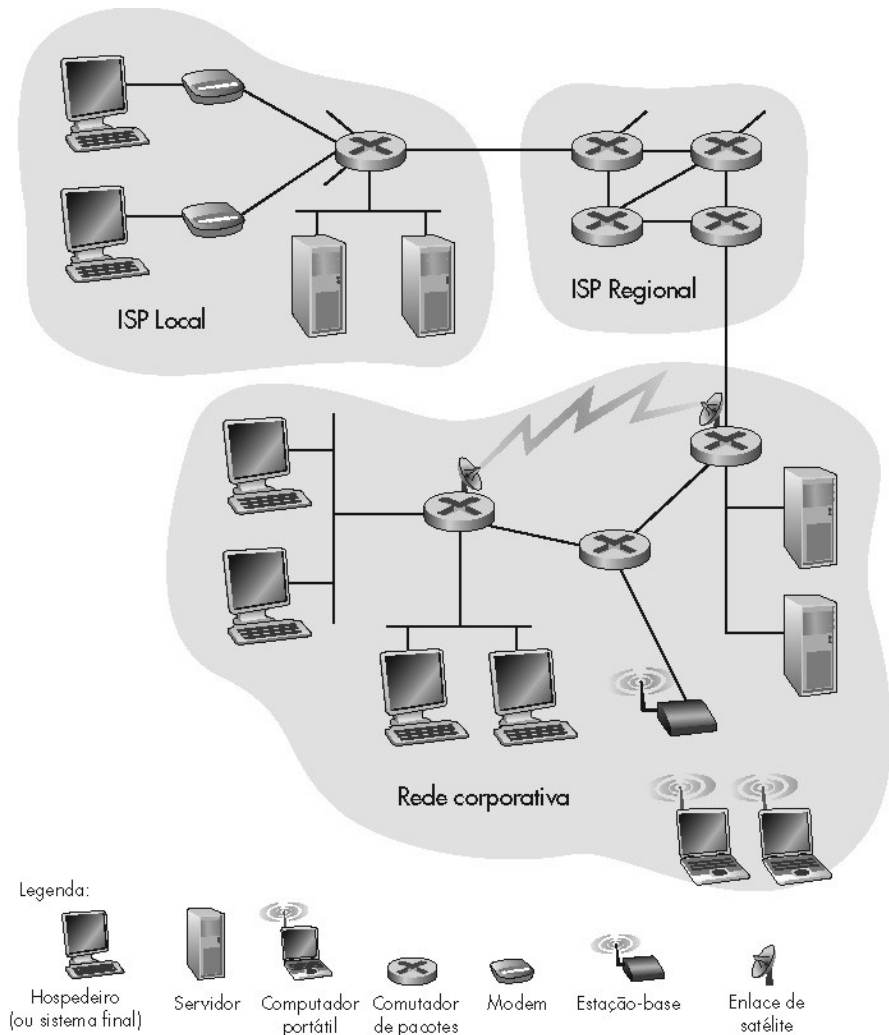
Redes de computadores e a
Internet

Capítulo 1

**Redes de
computador
es e a
Internet**

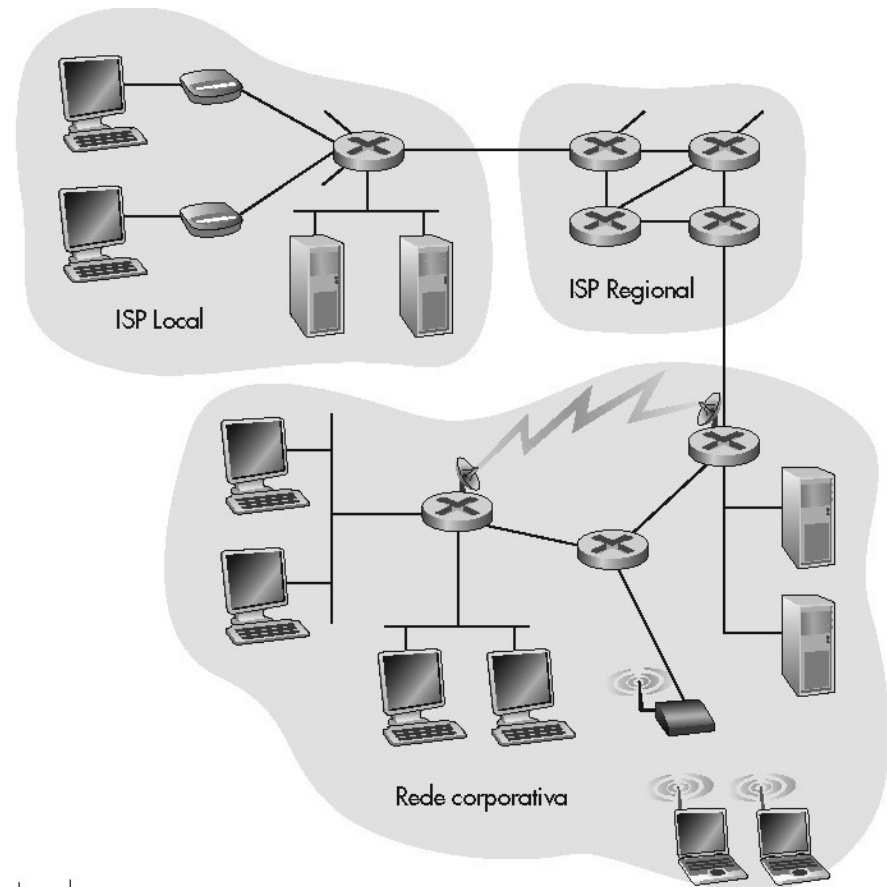
1 O que é a Internet?

- 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)



1 O que é 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)

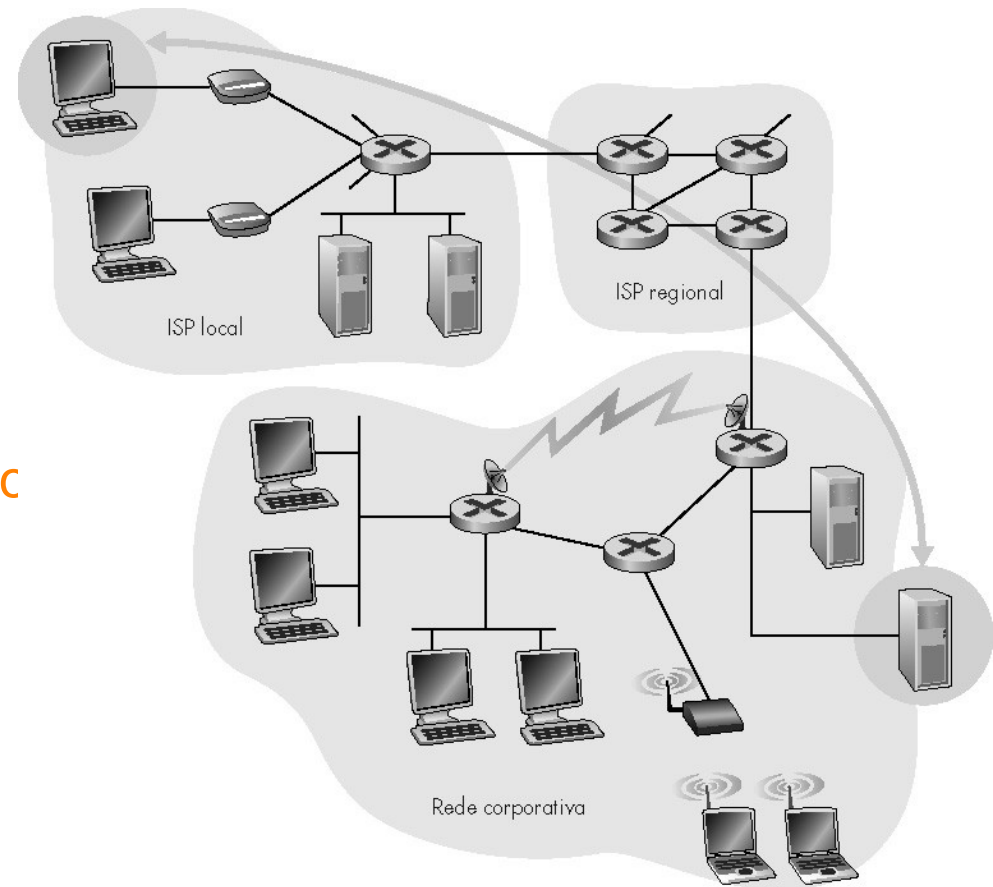


Legenda:



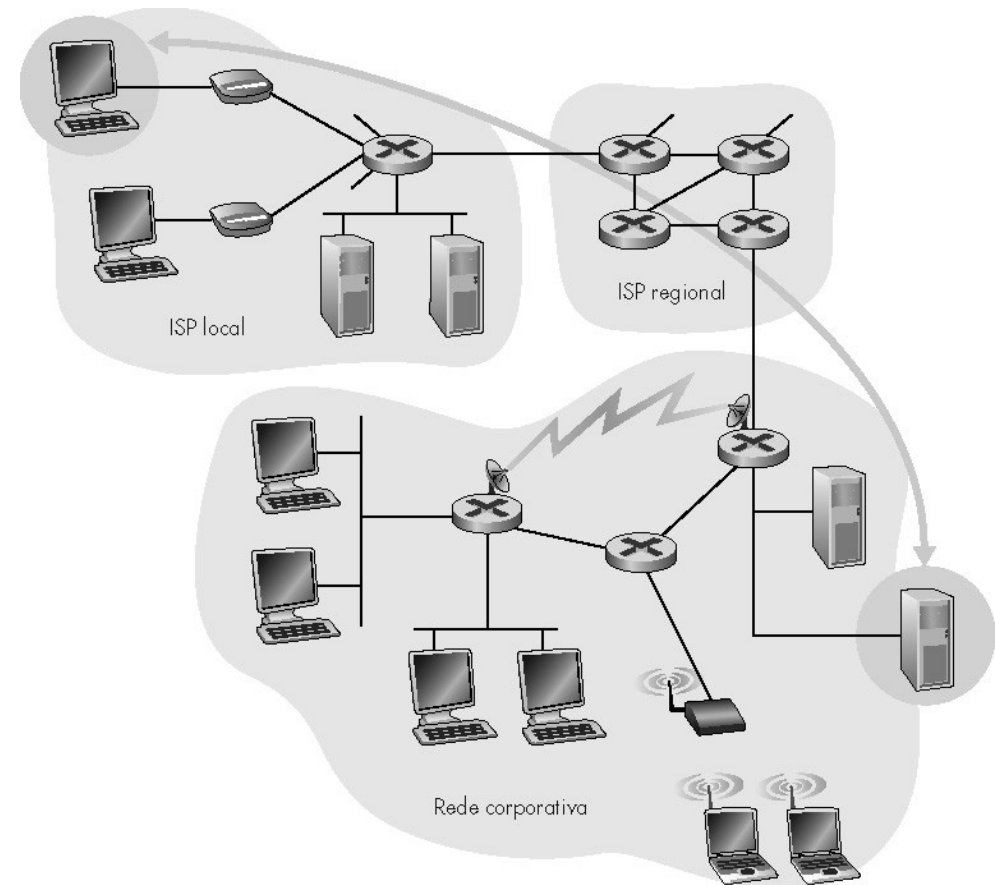
1 Serviços de Internet

- **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



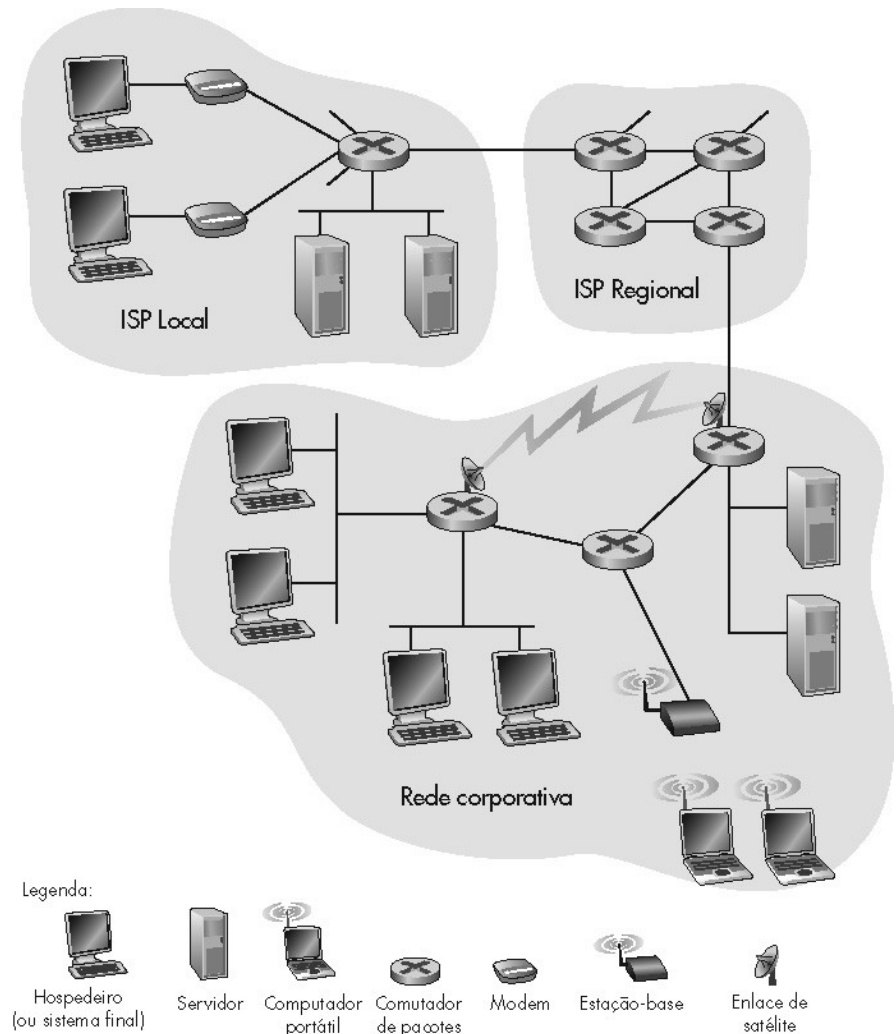
1 Uma visão mais de perto da estrutura da rede:

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



1 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

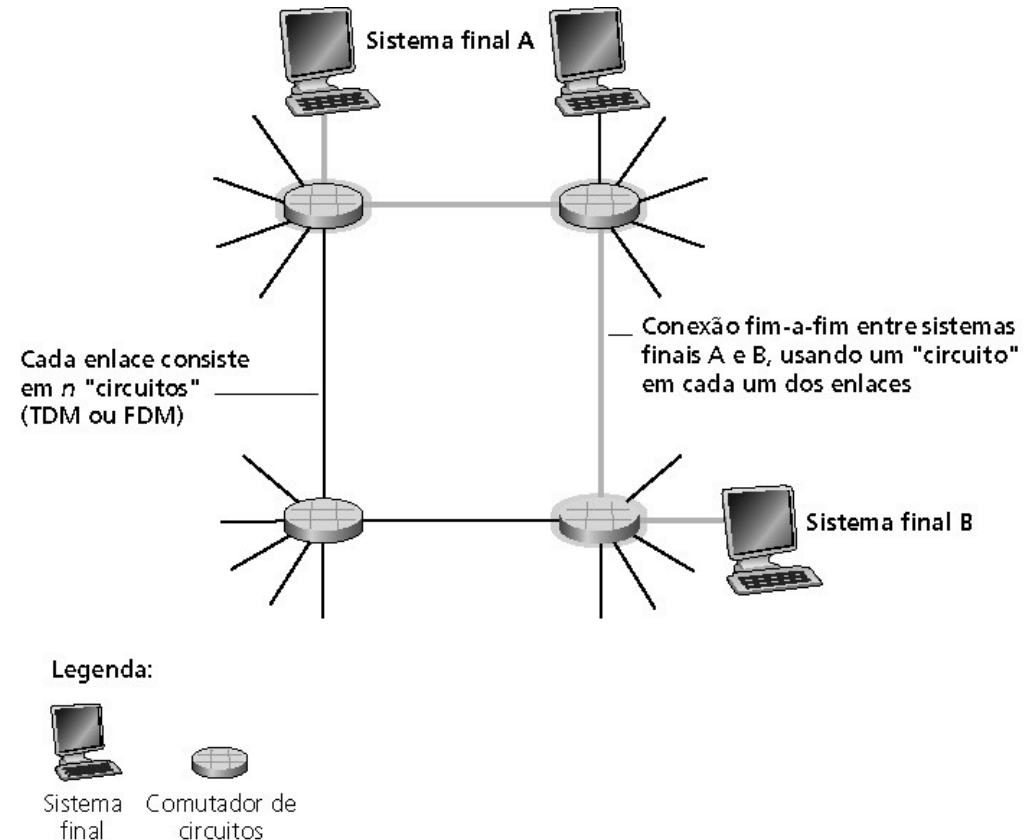


1

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

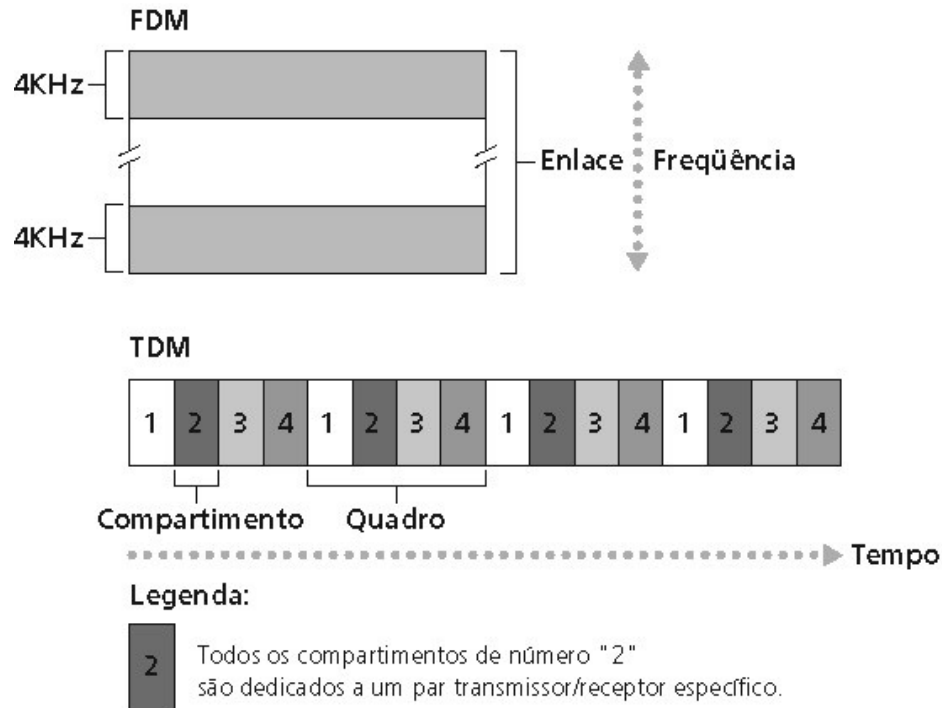


1 O núcleo da rede: comutação de circuitos

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

1 Comutação de circuitos: FDMA e TDMA



1 Núcleo da rede: comutação de pacotes

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

- Cada pacote usa toda a banda disponível ao ser transmitido
- Recursos são usados na medida do necessário

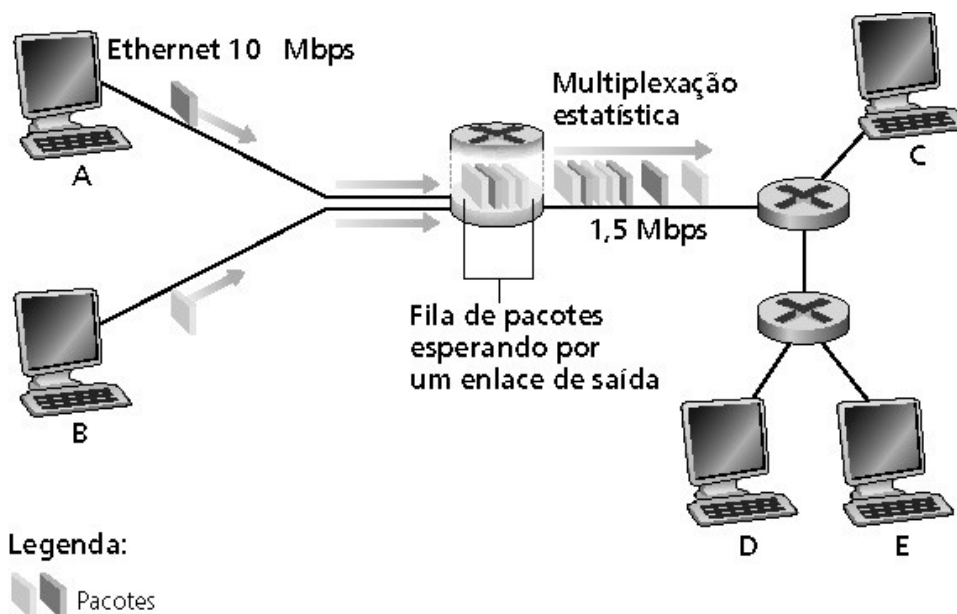
Contenção de recursos:

- 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

1

Comutação de pacotes: multiplexação estatística



A seqüência de pacotes A e B não possui padrão específico

→ **multiplexação estatística**

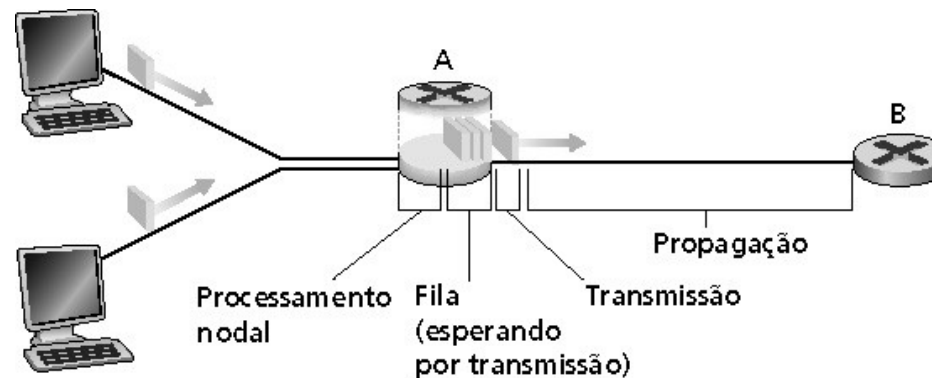
No TDM, cada hospedeiro adquire o mesmo slot dentro do frame TDM



1 Comutação de pacotes 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



1

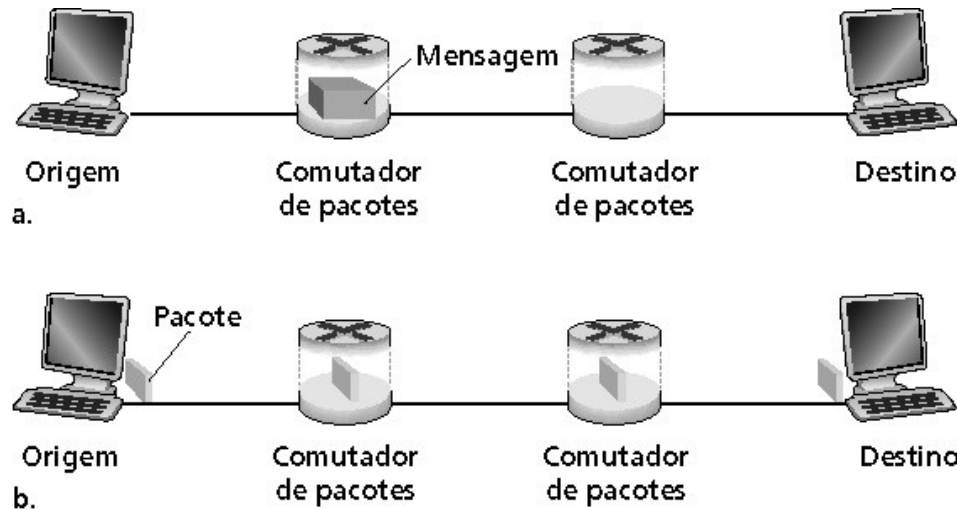
Comutação de pacotes x comutação de circuitos

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

1

Comutação de pacotes: armazena e reenvia



- Leva L/R segundos para enviar pacotes de L bits para o link ou R bps
- O pacote todo deve chegar no roteador antes que seja transmitido para o próximo link: *armazena e reenvia*
- Atraso = $3L/R$

Exemplo:

$L = 7,5$ Mbits

$R = 1,5$ Mbps

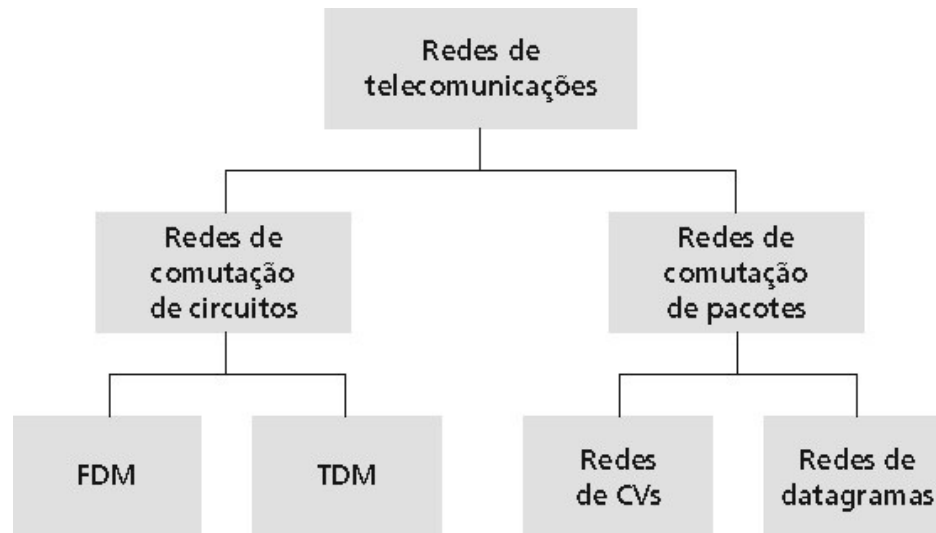
atraso = 15 s

1

Redes 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**

1 Taxonomia da rede



- 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.

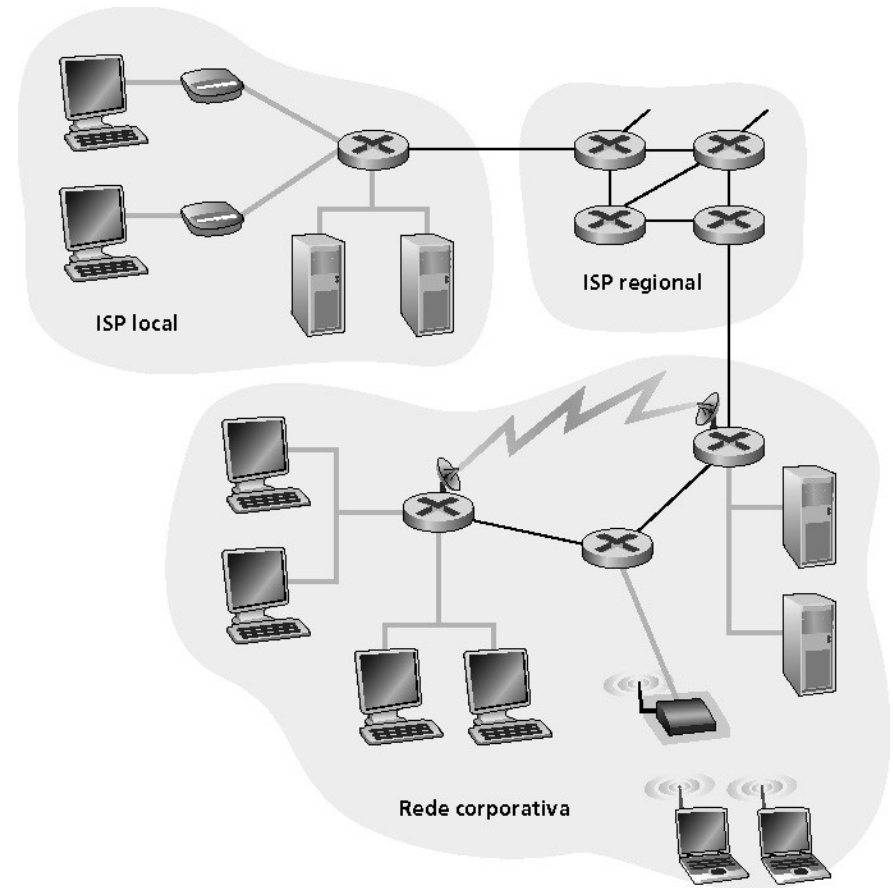
1 Redes de acesso e meios físicos

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?



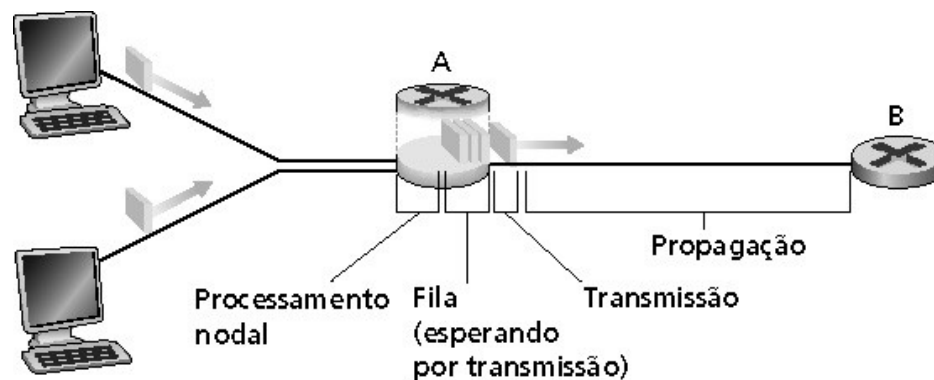
1 Acesso residencial: redes ponto-a-ponto

□ 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



1 Acesso residencial: cable modems

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

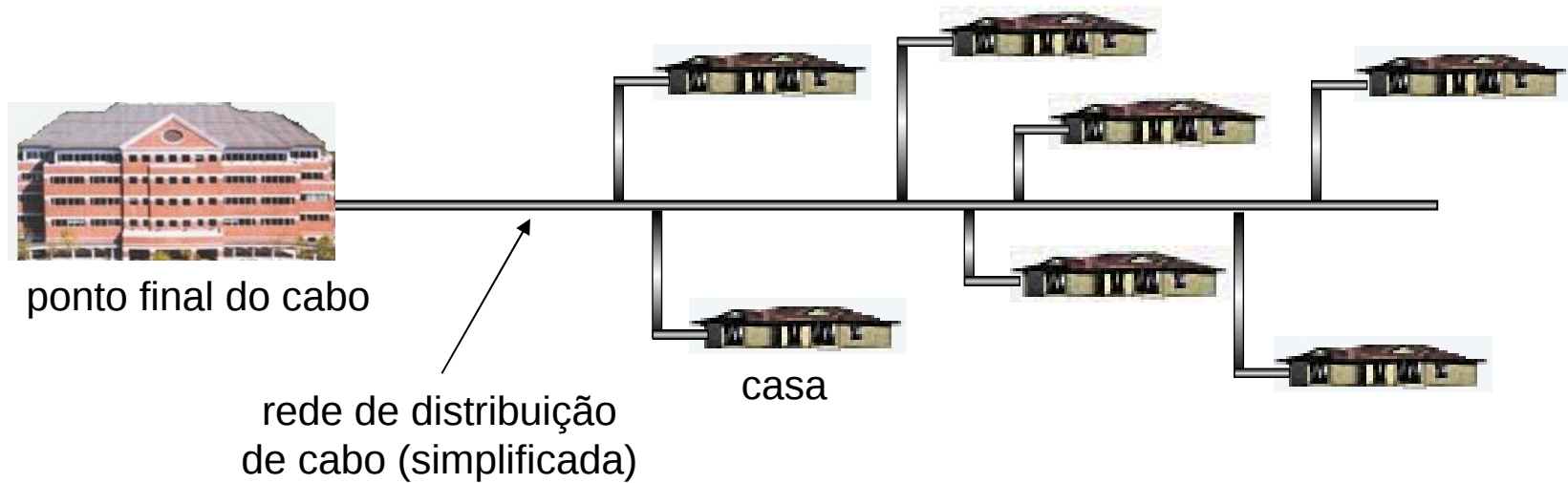
Rede de cabo e fibra liga residências ao roteador do ISP

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

1

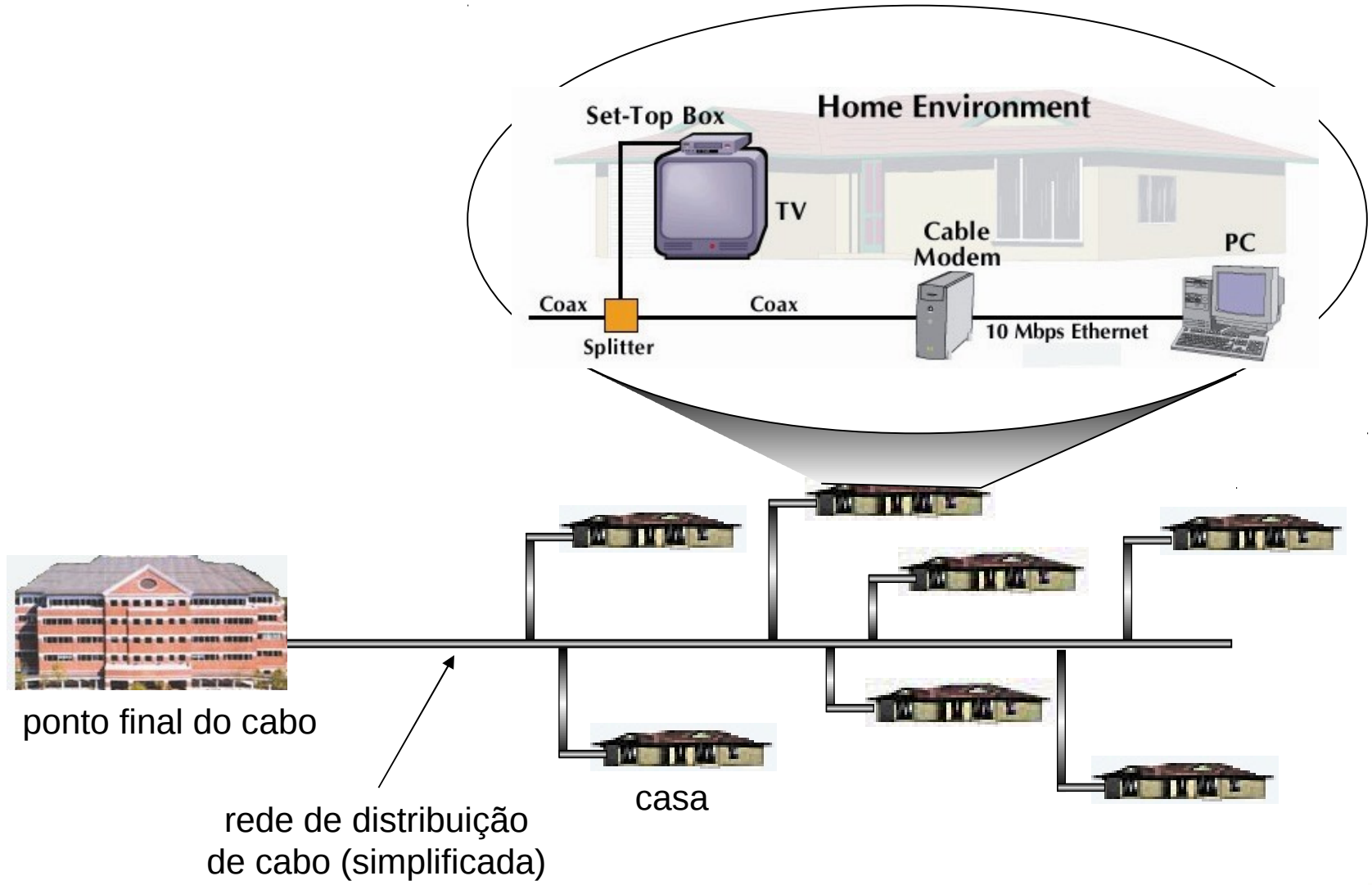
Arquiteturas de redes a cabo: visão geral

Tipicamente 500 a 5.000 casas



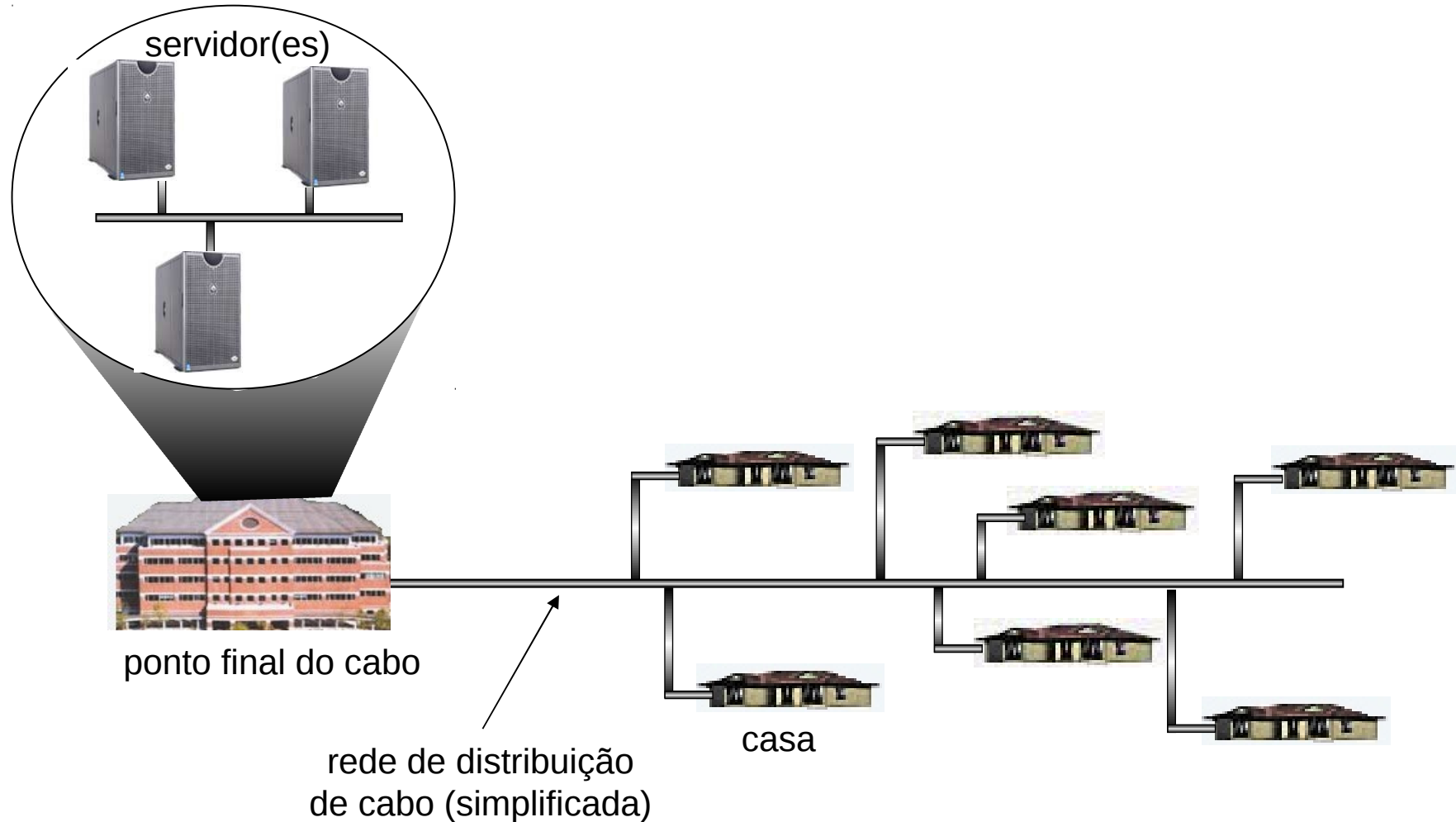
1

Arquiteturas de redes a cabo: visão geral



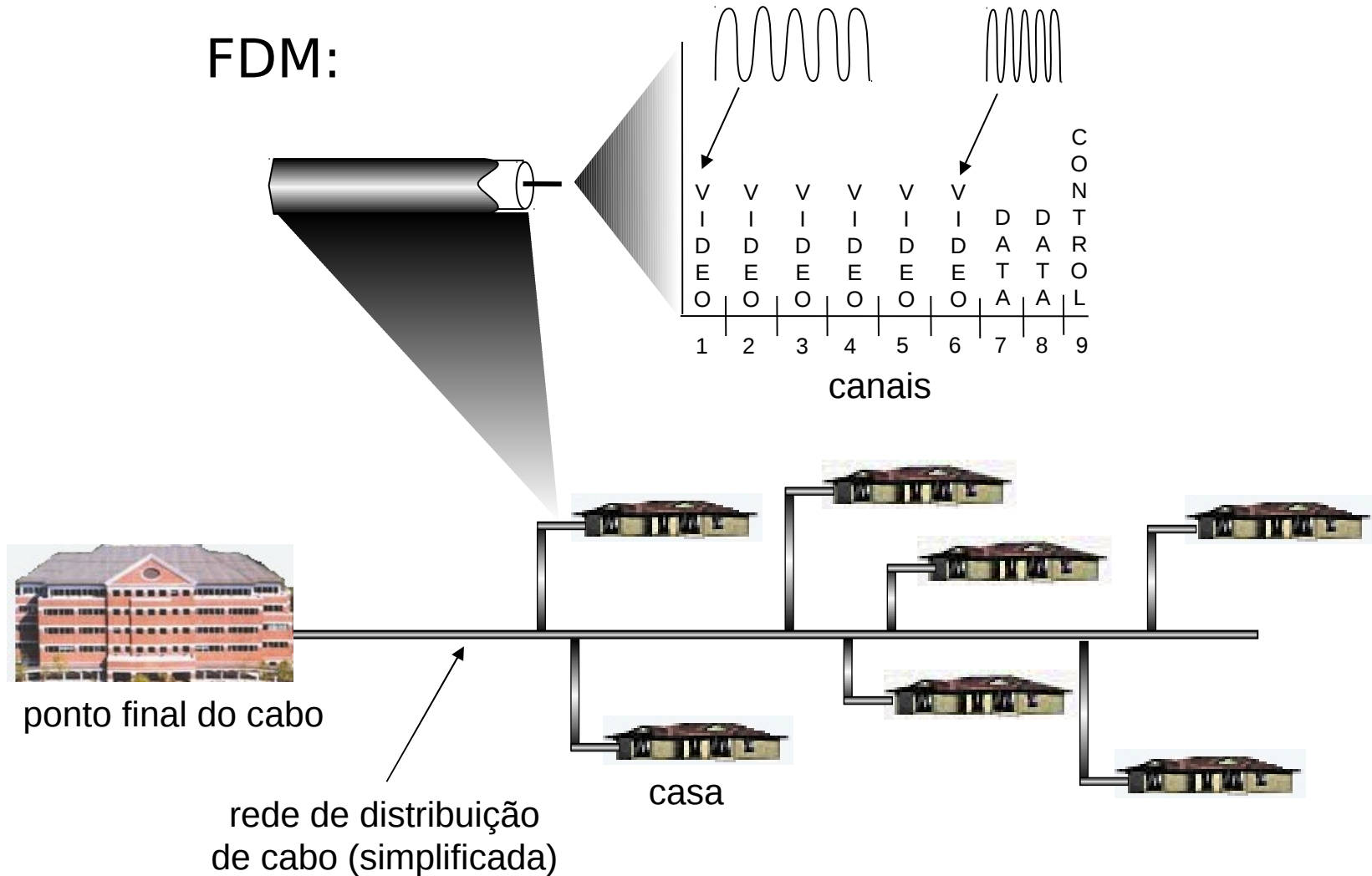
1

Arquiteturas de redes a cabo: visão geral



1

Arquiteturas de redes a cabo: visão geral



1

Acesso institucional: redes de área

- 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

1 Redes de acesso sem fio

- 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

1 Redes residenciais

Componentes típicos de uma rede residencial:

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

1 Meios físicos

- **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)

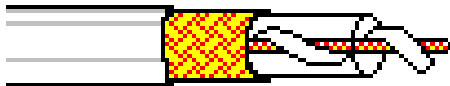
- Par de fios trançados de cobre isolados
 - Categoria 3: taxas de transmissão até 10 Mbps categoria 5 : 100 Mbps Ethernet
 - Categoria 5: 100 Mbps Ethernet



1 Meio físico: coaxial, fibra

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



1 Meio físico: rádio

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

1 Meio físico: rádio

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 Camadas de protocolos

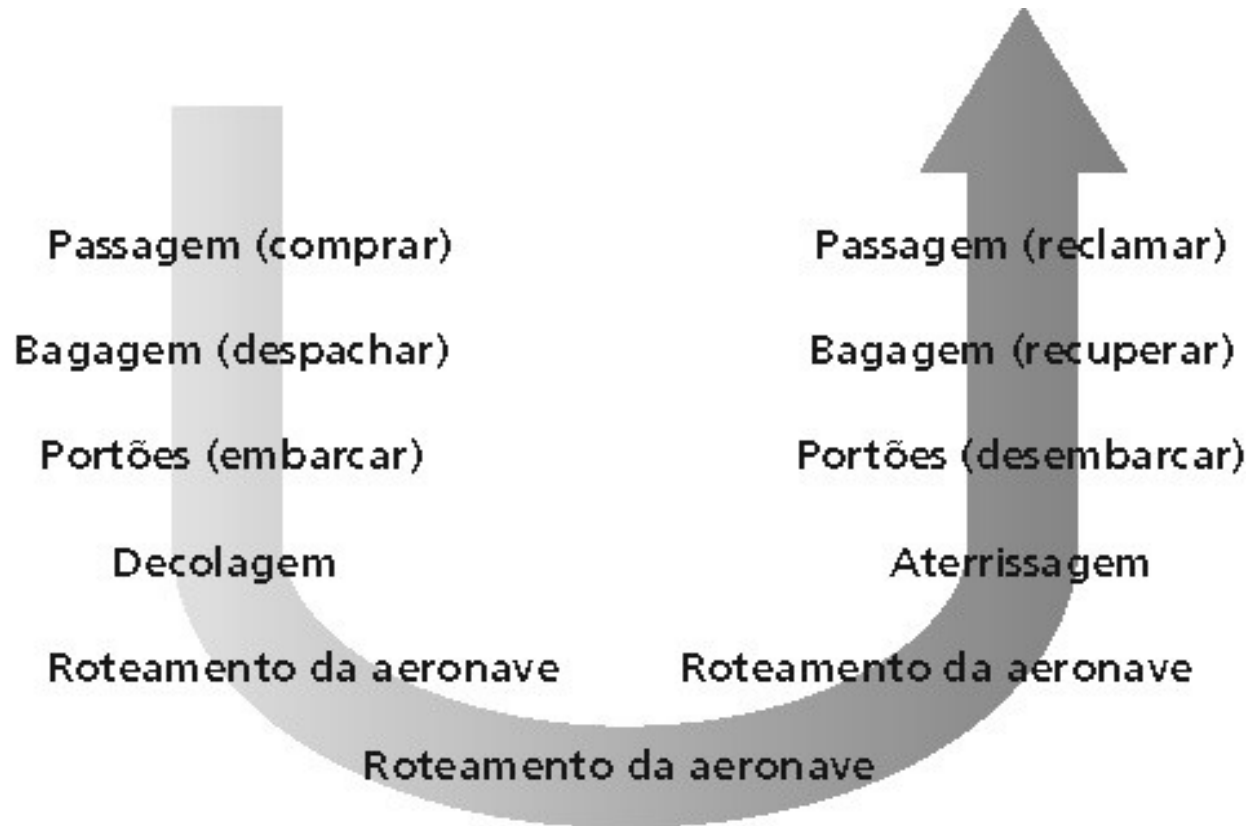
Redes são complexas

- 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?

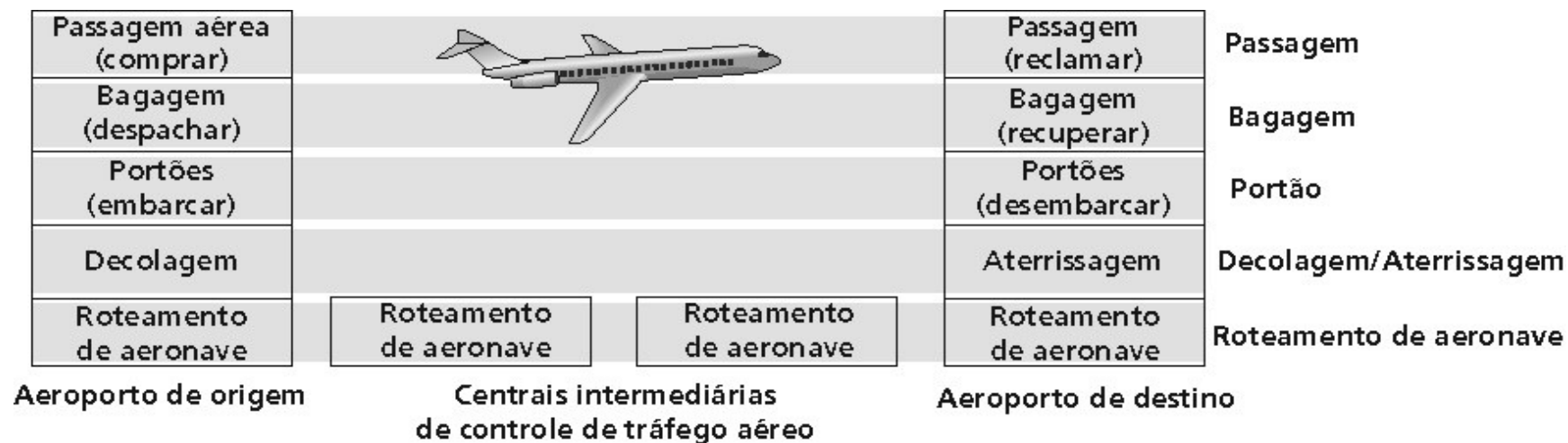
1 Organização de uma viagem aérea



- Uma série de passos

1

Camadas de funcionalidades da companhia aérea



Camadas: cada camada implementa um serviço

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

1 Por que as camadas?

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? Como realizar a comunicação entre camadas?

1 O que é um protocolo?

Protocolos humanos:

- “Que horas são?”
- “Eu tenho uma pergunta”

... Msgs específicas enviadas

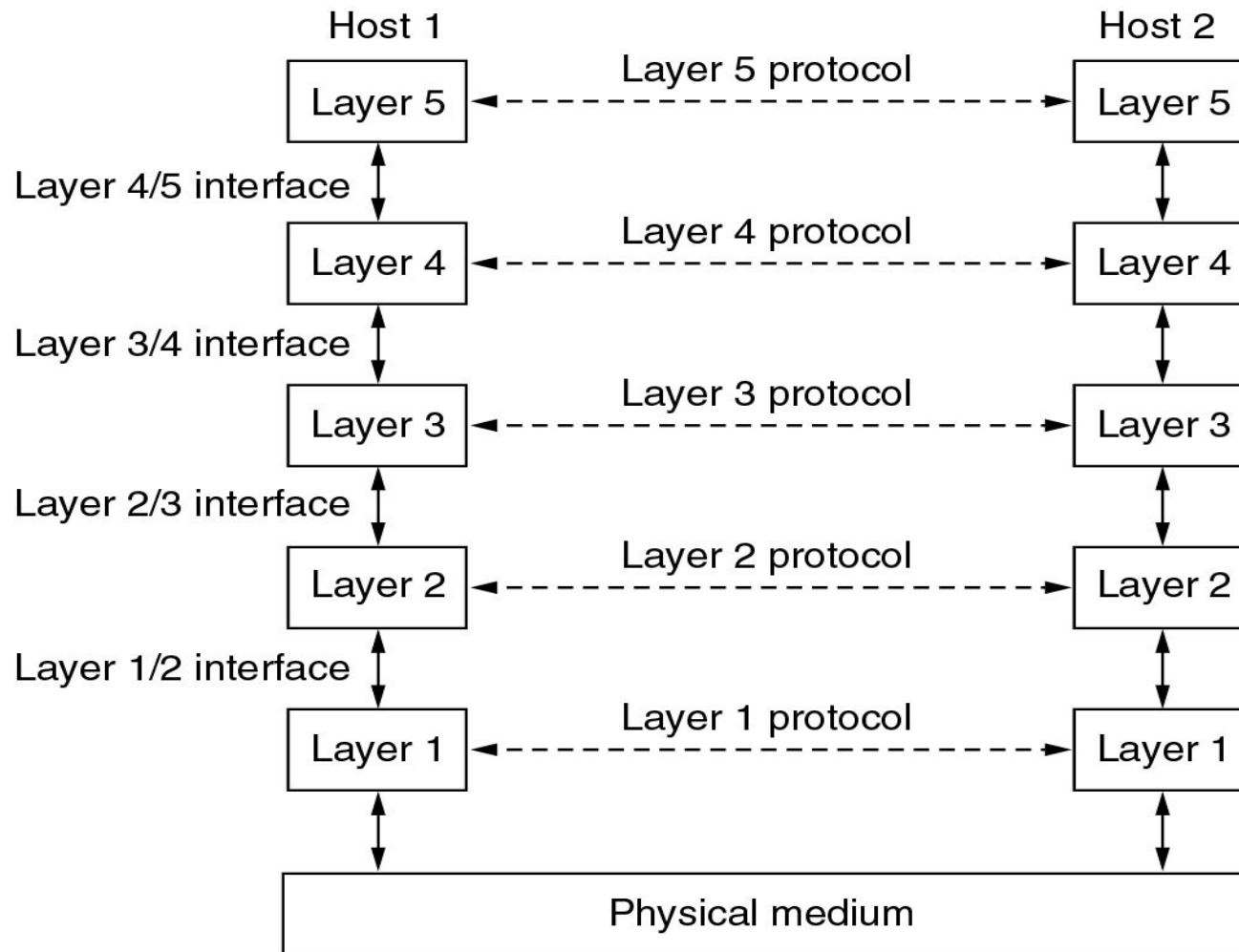
... Ações específicas
tomadas frente ao
recebimento das msgs

Protocolos de Redes:

- Máquinas ao invés de humanos
- Toda comunicação em redes é regida por protocolos

Protocolos definem o formato, a ordem de envio e recebimento de msgs entre entidades e ações realizadas

1



1 Viagem aérea em camadas: serviços

Transporte balcão a balcão de pessoas+bagagens

transporte de bagagens

transferência de pessoas: entre portões

transporte do avião de pista a pista

roteamento do avião da origem ao destino

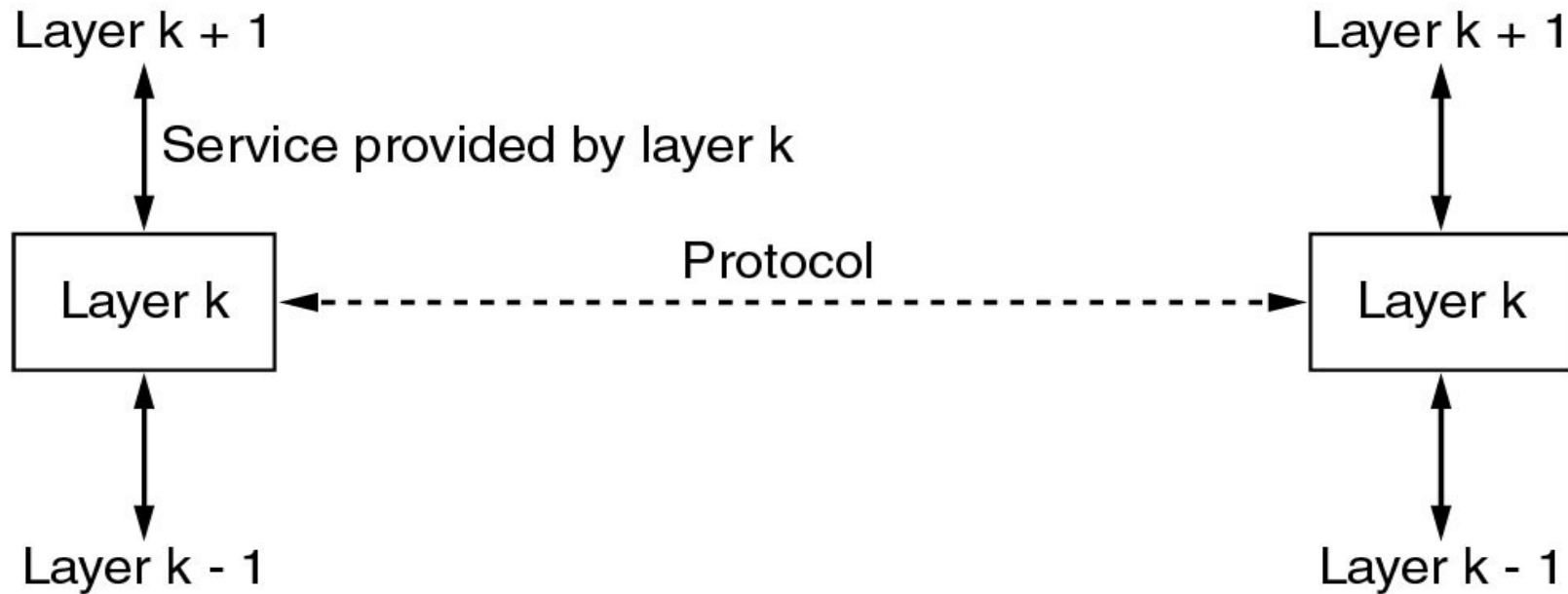
1 Questões de projetos

- Endereçamento
- Controle de Erro
- Controle de Fluxo
- Multiplexação
- Roteamento
- Forma de conexão
- Quais são as primitivas de serviço

1 Relacionamento entre serviço e protocolo

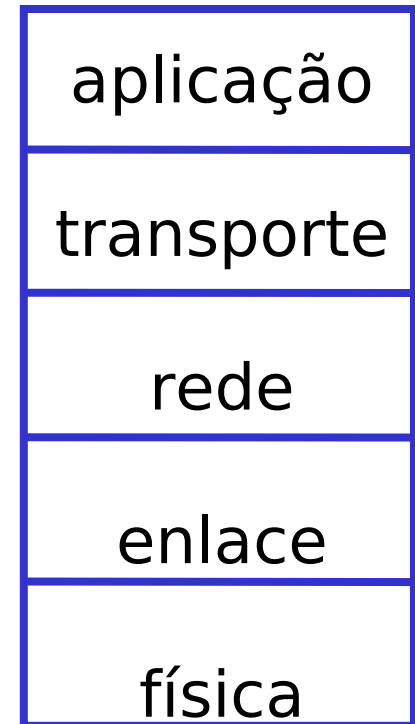
- Serviço – Conjunto de primitivas que uma camada oferece à camada situada acima dela.
- Protocolo – Conjunto de regras que controla o formato e o significado dos pacotes ou mensagens que são trocadas pelas entidades pares contidas em uma camada

1 Relacionamento entre serviço e protocolo

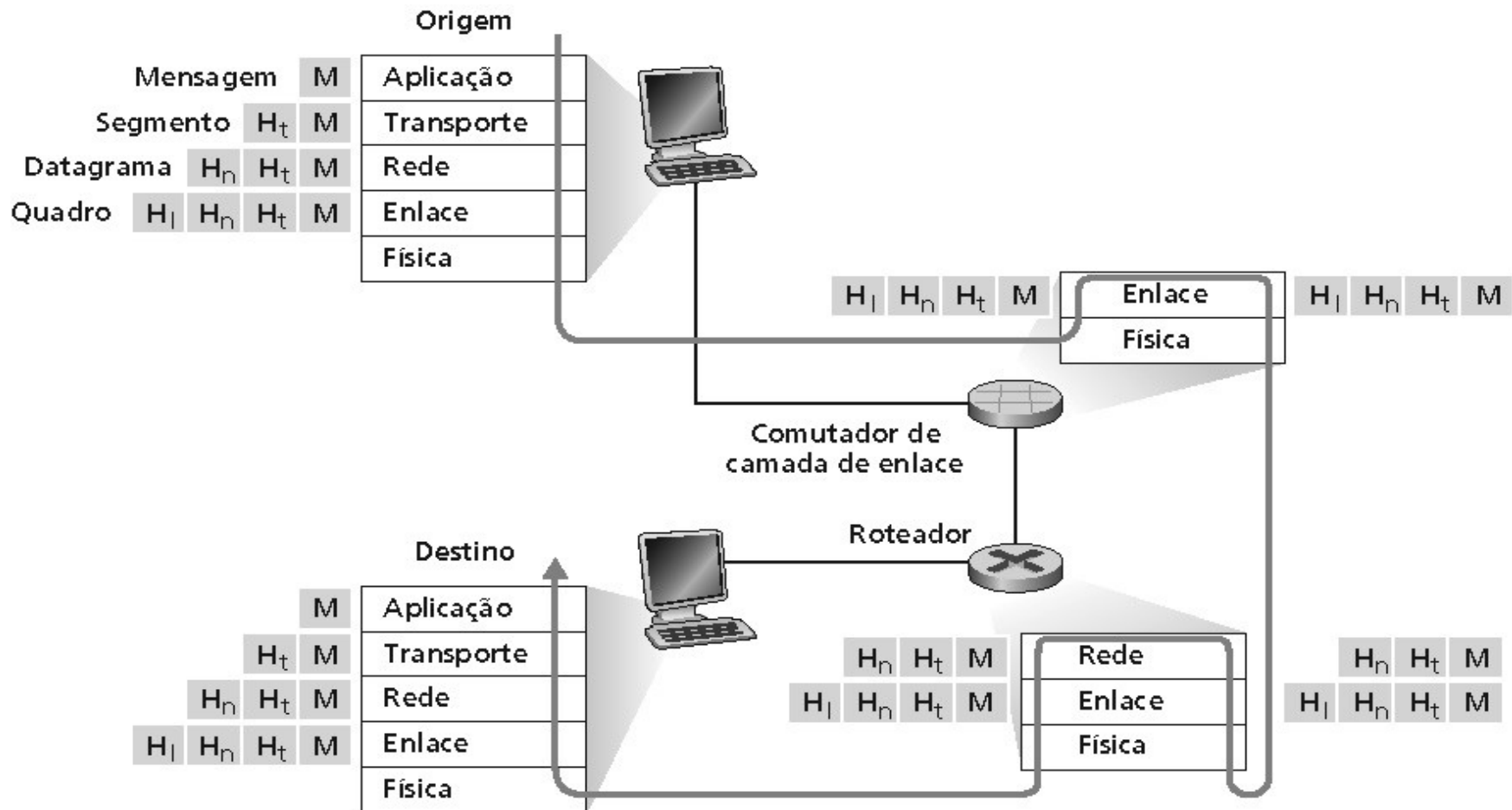


1 Pilha de protocolos Internet

- ▢ **aplicação:** dá suporte a aplicações de rede
 - ▢ ftp, smtp, http
- ▢ **transporte:** transferência de dados host-a-host
 - ▢ tcp, udp
- ▢ **rede:** roteamento de datagramas da origem até o destino
 - ▢ ip, protocolos de roteamento
- ▢ **enlace:** transferência de dados entre elementos de rede vizinhos
 - ▢ ppp, ethernet
- ▢ **física:** bits “no fio”



1 Encapsulamento



1 Modelos de Referência

- OSI (Open Systems Interconnection)
- TCP/IP

1 Modelo ISO-OSI

- ISO - International Organization for Standards
- OSI - Open Systems Interconnection
- Modelo em 7 camadas:
OSI



1 Princípio de projeto do Modelo OSI-ISO

- Uma camada deve ser criada se houver necessidade de abstração
- Camadas devem executar funções bem definidas
- A definição da camada deve levar em conta protocolos padronizados internacionalmente

1 Princípio de projeto do Modelo OSI-ISO

- Os limites de cada camada devem ser escolhidos a fim de reduzir o fluxo de informação transportada entre as interfaces;
- O número de camadas deve ser suficientemente grande para que funções distintas não precisem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e suficientemente pequeno para que o projeto não se torne difícil de controlar;

1 A Camada de Enlace de Dados

- Transformar um canal de transmissão bruta de dados em uma linha que pareça livre de erros - controle de erro
- Enquadramento de dados;
- Delimitação de quadros;
- Controle de fluxo - acoplamento de velocidade de transmissão - transmissor / receptor

1 A Camada de Rede

- Controla a operação da sub-rede
- Roteamento
- Controle de congestionamento
- Interconexão de redes

1 A Camada de Transporte

- Aceitar dados da camada de sessão e dividi-los em unidades menores (pacotes);
- Gerenciamento de conexões:
 - estabelecimento, encerramento;
- Primeira camada fim-a-fim;
- Controle de fluxo;

1 A Camada de Sessão

- Gerenciamento de sessões;
- Gerenciamento de tokens;
- Sincronização;

1 A Camada de Apresentação

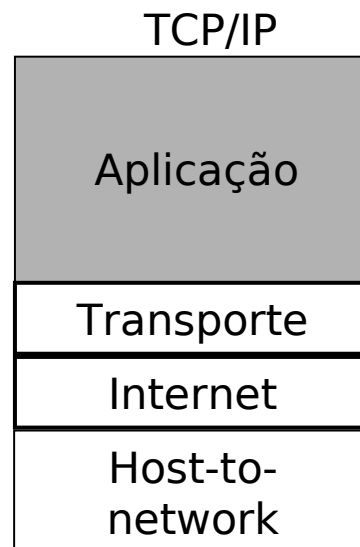
- Sintaxe e semântica da informação a ser transferida
- Codificação dos dados

1 A Camada de Aplicação

- Contém uma série de protocolos comumente necessários;
- Protocolo de correio eletrônico;
- Protocolo de transferência de arquivos;

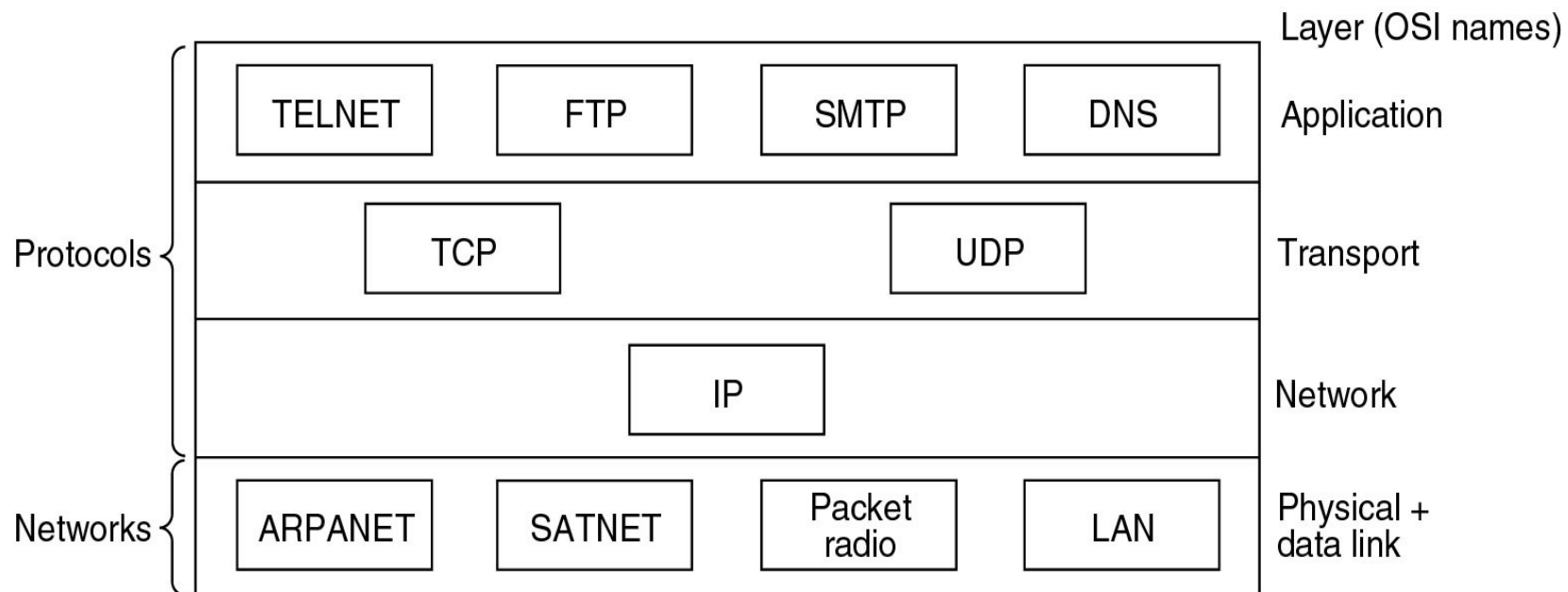
1 Protocolo TCP/IP

- ARPANET
- Departamento de Defesa dos Estados Unidos



1 Camada de Aplicação

- Não tem a camada de apresentação e de sessão
- Contem todos os protocolos de níveis mais altos



1 Comparação entre OSI e TCP/IP

- Semelhanças
 - _ Baseiam no conceito de uma pilha
 - _ As camadas tem praticamente as mesmas funções
 - _ Ambas tem a camada de rede, transporte e aplicação
- Diferenças
 - _ O TCP não distingue com clareza a diferença entre serviço, interface e protocolo.
 - _ O modelo de referência OSI foi concebido antes dos protocolos terem sido criados.
 - _ O OSI tem 7 camadas o TCP tem 4 camadas.
 - _ No modelo OSI a camada de rede aceita os dois tipos de serviço de conexão, já a camada de transporte aceita somente serviço orientado a conexão.
 - _ O TCP só tem um modo na camada de rede (sem Conexão),as aceita ambos os modos na camada de transporte