

# Camadas de Protocolos

## Redes são complexas

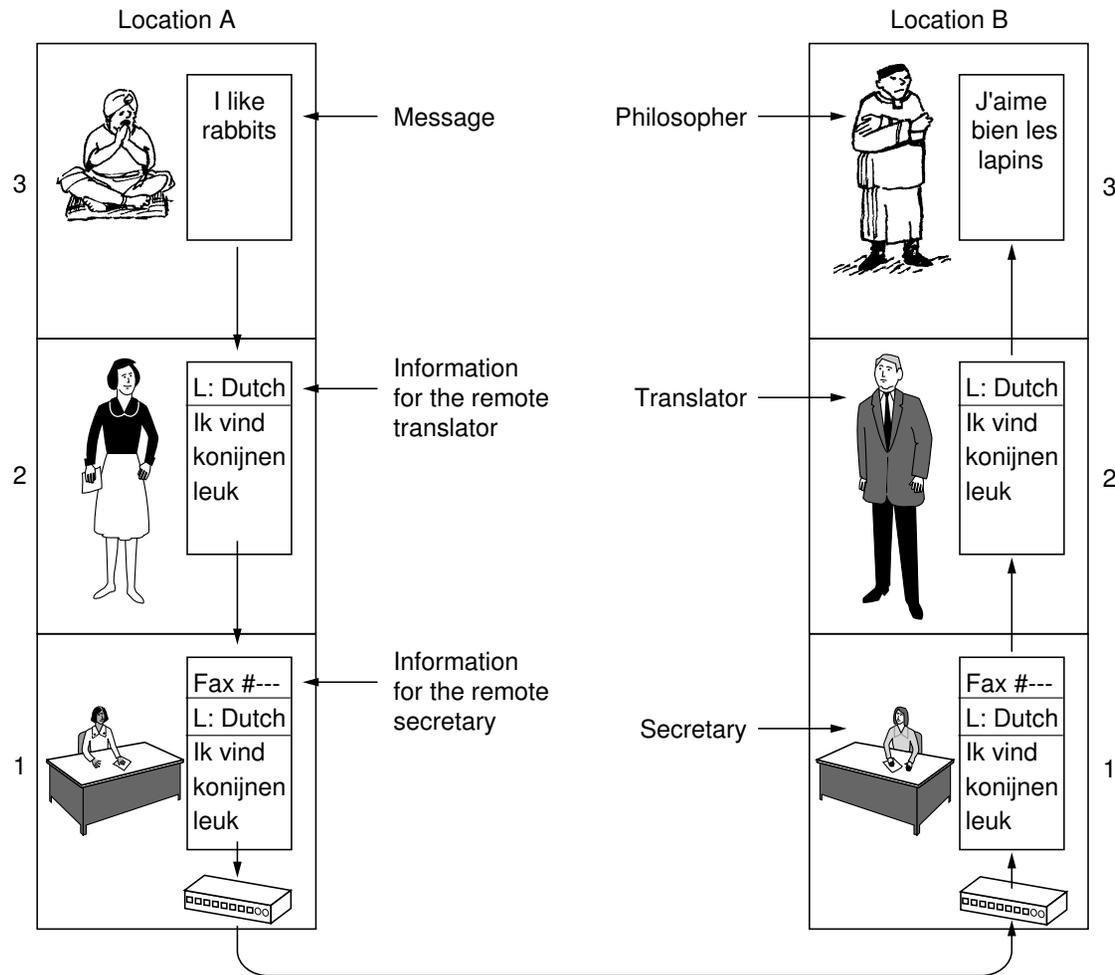
- muitos componentes:
  - hospedeiros
  - roteadores
  - enlaces de vários tipos
  - aplicações
  - protocolos
  - *hardware, software*

## Questão:

É possível *organizar* a arquitetura de uma rede?

Ou pelo menos nossa discussão sobre redes?

# Camadas de Protocolos



A arquitetura filósofo-tradutor-secretária.

# Porque camadas?

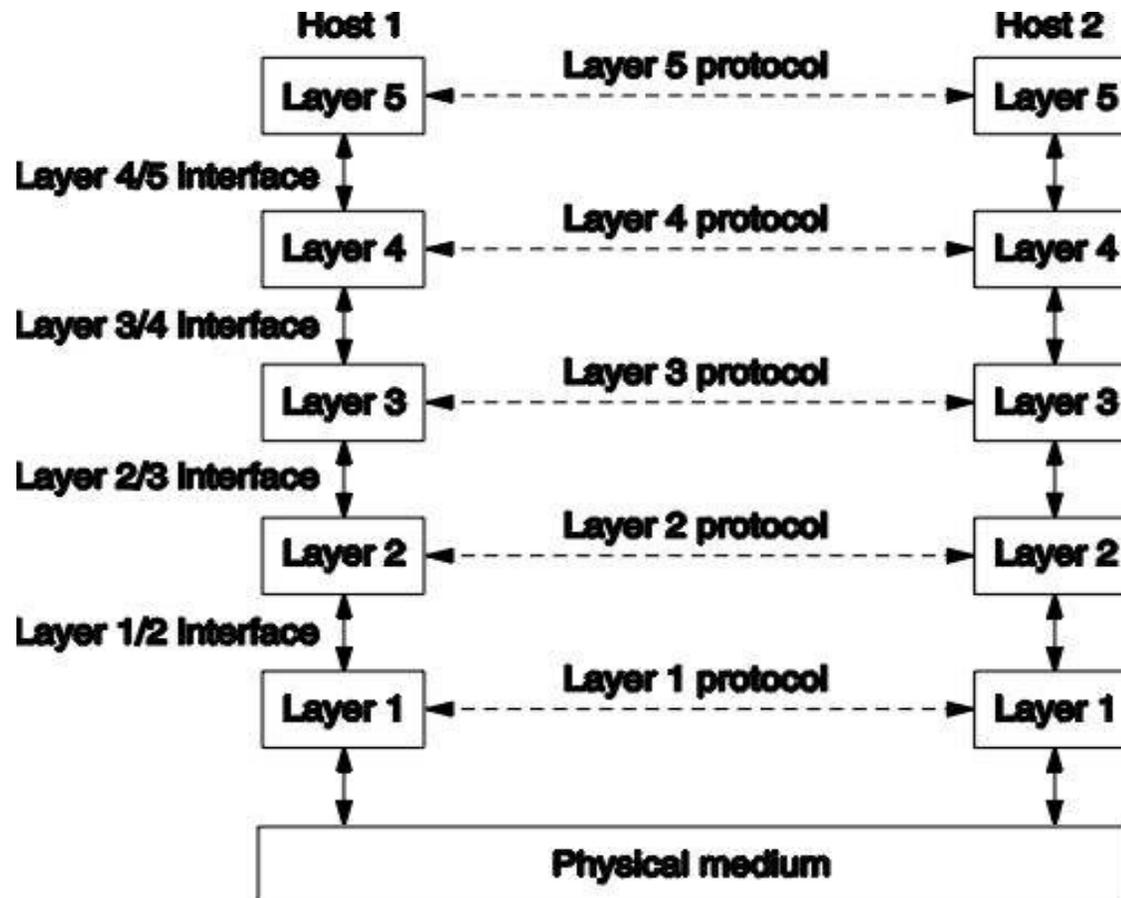
Lidando com sistemas complexos:

- estrutura explícita permite a identificação e o relacionamento das partes de um sistema complexo
  - **modelo de referencia** 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
- problemas?

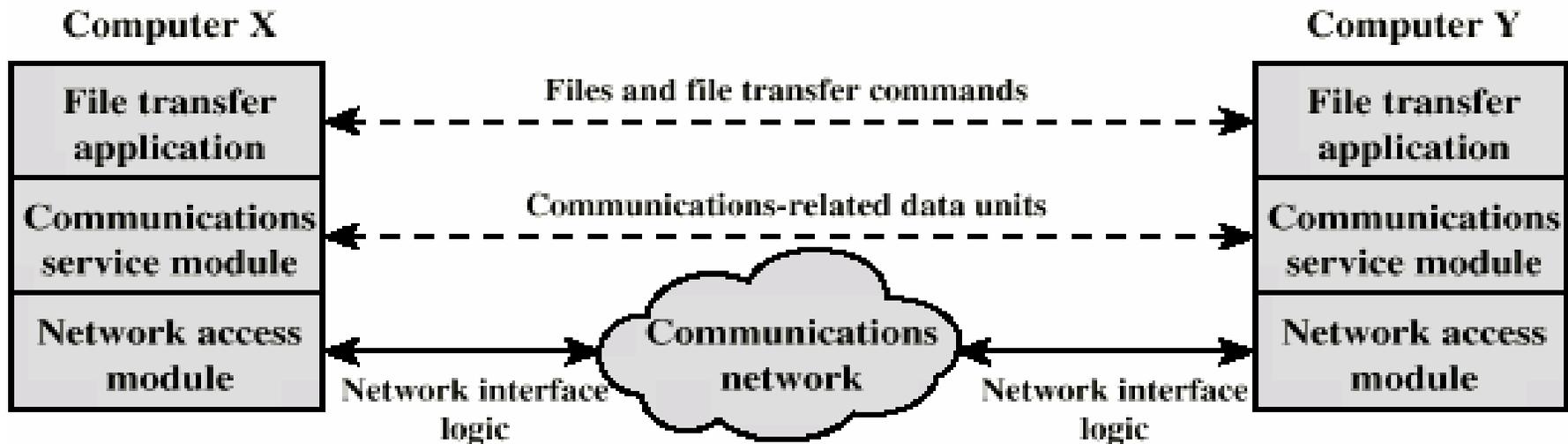
# Hierarquias de protocolos

- Redes são estruturadas em camadas ou níveis
- Uma camada oferece serviços à camada superior
- A camada  $n$  de uma máquina estabelece um diálogo com a camada  $n$  de outra máquina.
  - as regras e convenções usadas no diálogo são conhecidas como o protocolo do nível  $n$ .
  - as entidades que constituem os níveis correspondentes em máquinas diferentes são denominadas pares.
  - entidades pares comunicam-se usando um protocolo.
- Arquitetura de rede: conjunto de camadas e protocolos

# Camadas, protocolos e interfaces



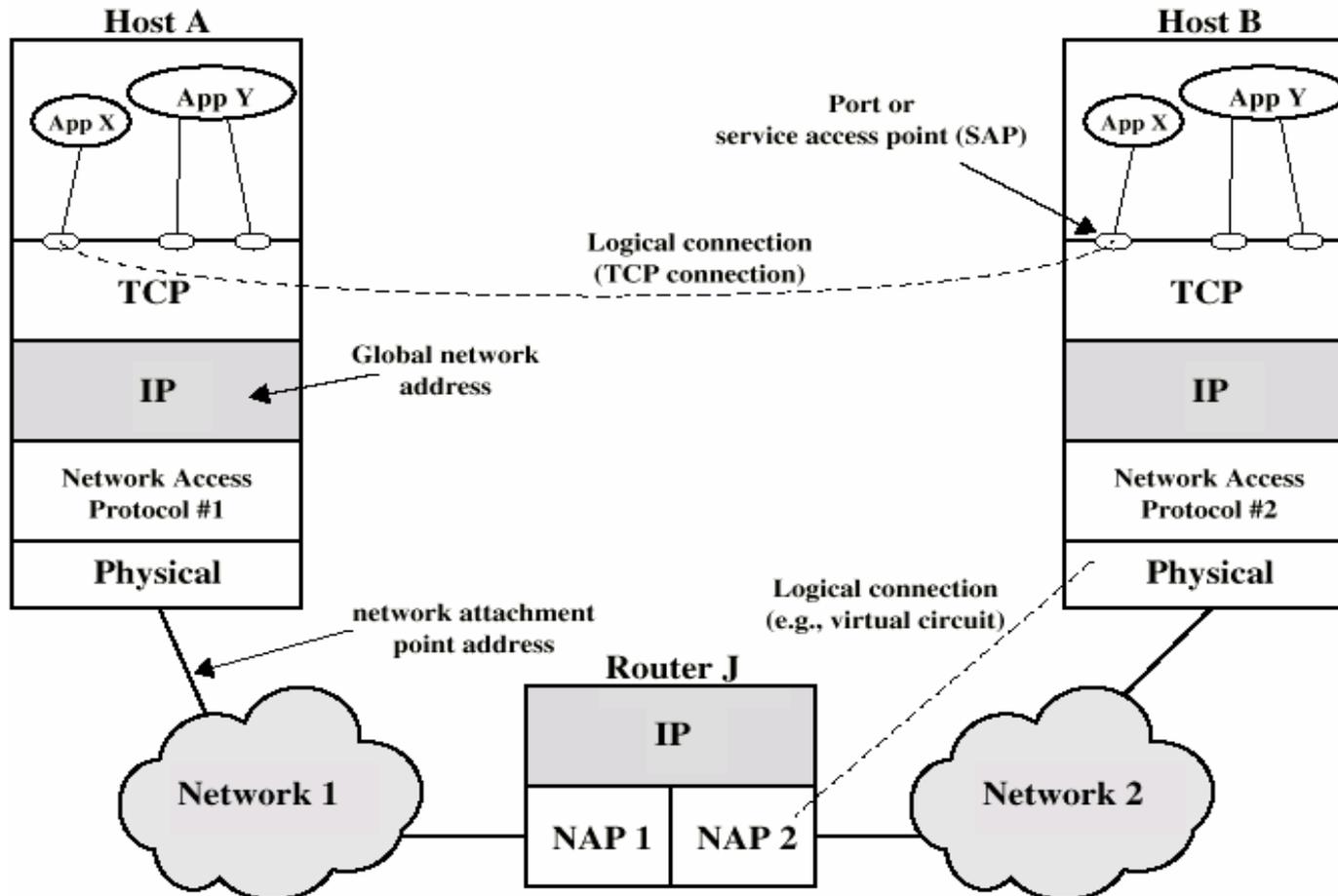
# Exemplo de Sistema em Camadas



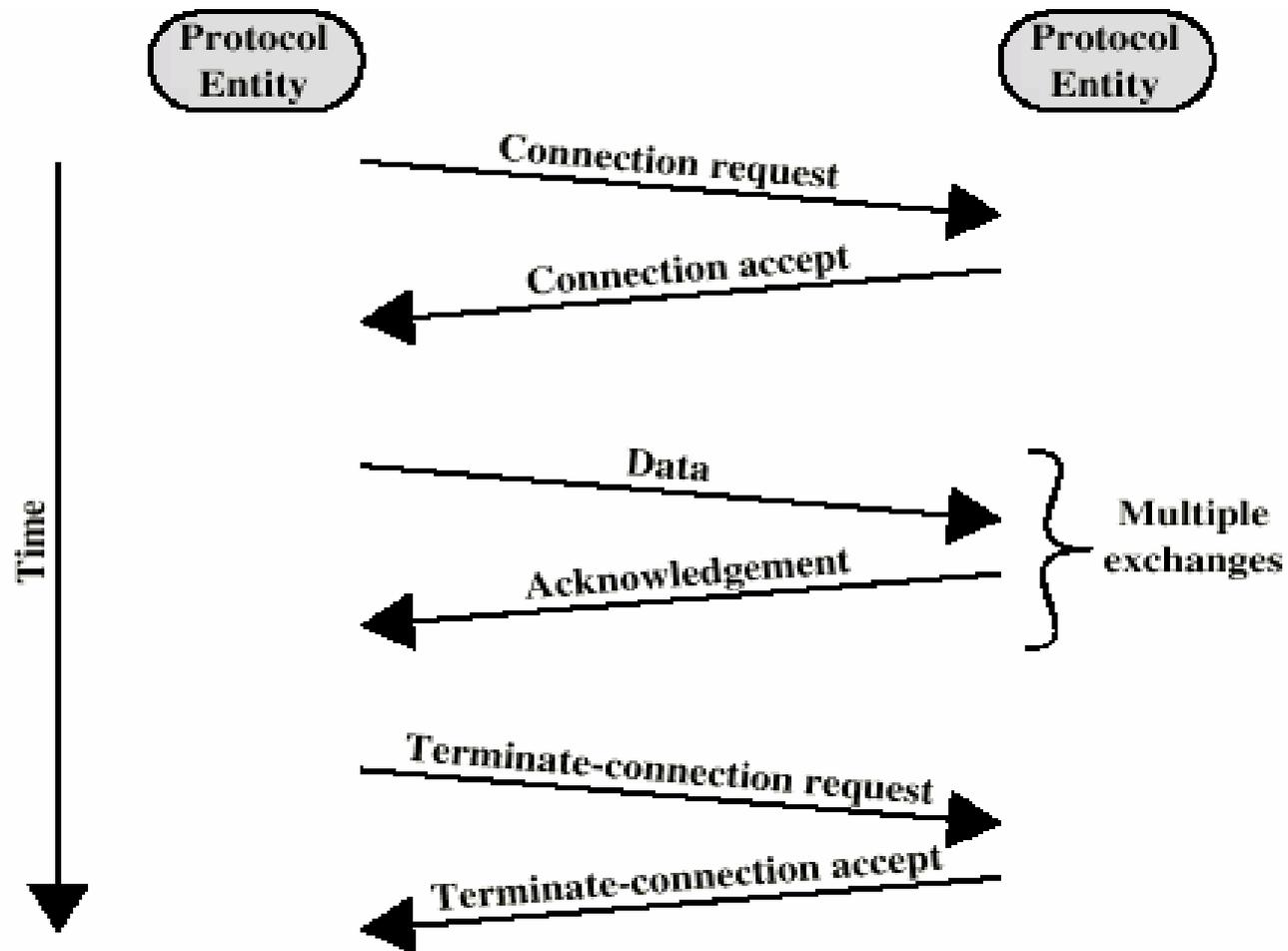
# Aspectos de Projeto das Camadas

- Endereçamento de destinatários
- Regras para transferência de dados
  - comunicação *simplex*, *half-duplex* e *full-duplex*;
  - número de canais lógicos por conexão e prioridades
- Controle de erros
- Seqüenciamento de mensagens.
- Controle de fluxo
- Mensagens muito longas ou muito curtas.
- Multiplexação e demultiplexação.
- Roteamento de mensagens/pacotes.

# Endereçamento na Internet



# Serviços Orientados a Conexão



# Serviços Orientados a Conexão

- Modelo do sistema telefônico
- Para usar um serviço o usuário (entidade)
  - (1) estabelece uma conexão,
  - (2) usa a conexão e
  - (3) libera a conexão.
- A conexão funciona como um tubo:  
O emissor coloca os objetos (bits) num extremo e o receptor retira-os no outro extremo, na mesma ordem.

# Serviços sem conexão

- Modelo do sistema postal;
- Cada mensagem carrega o endereço de destino;
- Cada mensagem é roteada independentemente das outras (podem chegar fora de ordem);

# Qualidade de Serviço (QoS)

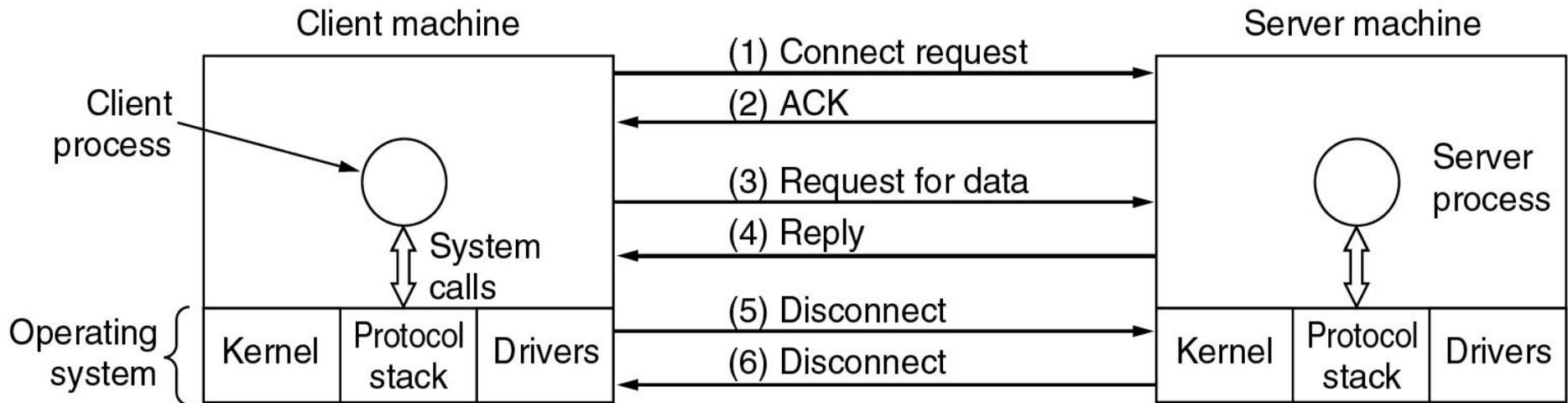
- Serviços confiáveis (*reliable*)
- Serviços não confiáveis.
- Parâmetros de QoS:
  - atraso fim-a-fim,
  - variação do atraso (*jitter*),
  - vazão (*throughput*),
  - etc.

# Primitivas de Serviço

<b>Primitive</b>	<b>Meaning</b>
LISTEN	Block waiting for an incoming connection
CONNECT	Establish a connection with a waiting peer
RECEIVE	Block waiting for an incoming message
SEND	Send a message to the peer
DISCONNECT	Terminate a connection

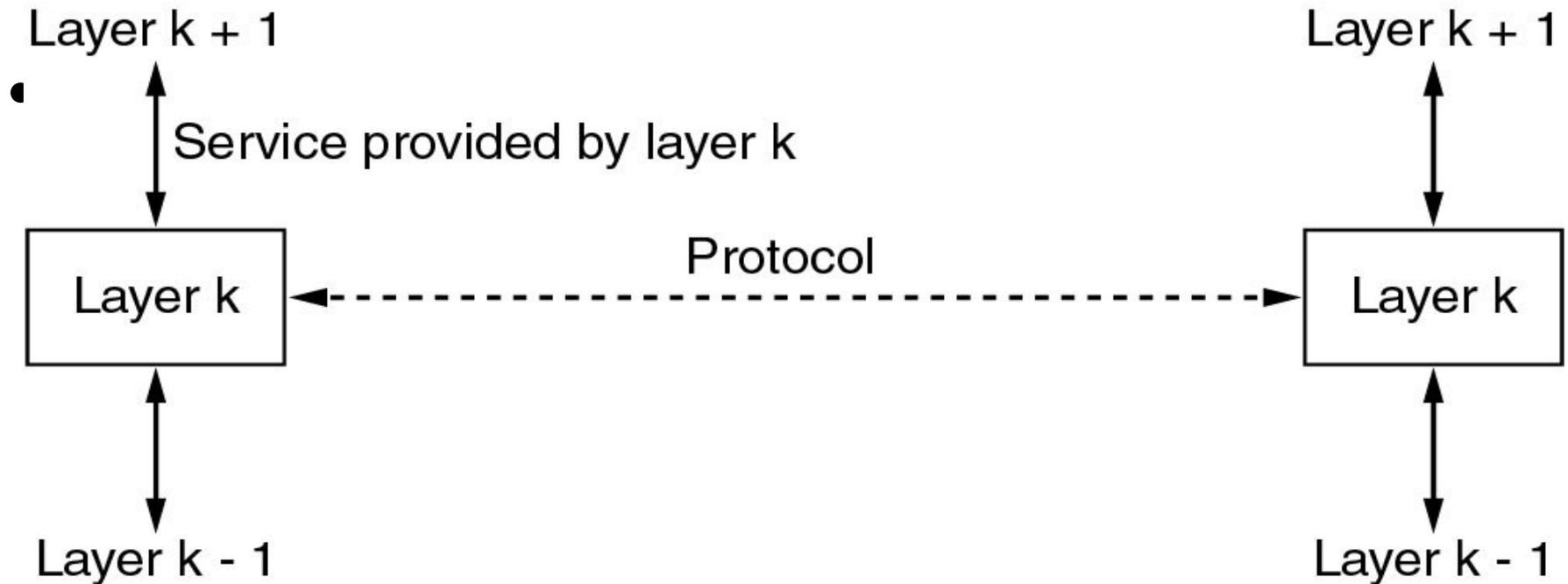
Cinco primitivas de serviço para implementar um serviço orientado a conexão

# ... Primitivas de Serviço



- Pacotes enviados uma interação cliente-servidor simples, numa rede orientada a conexão

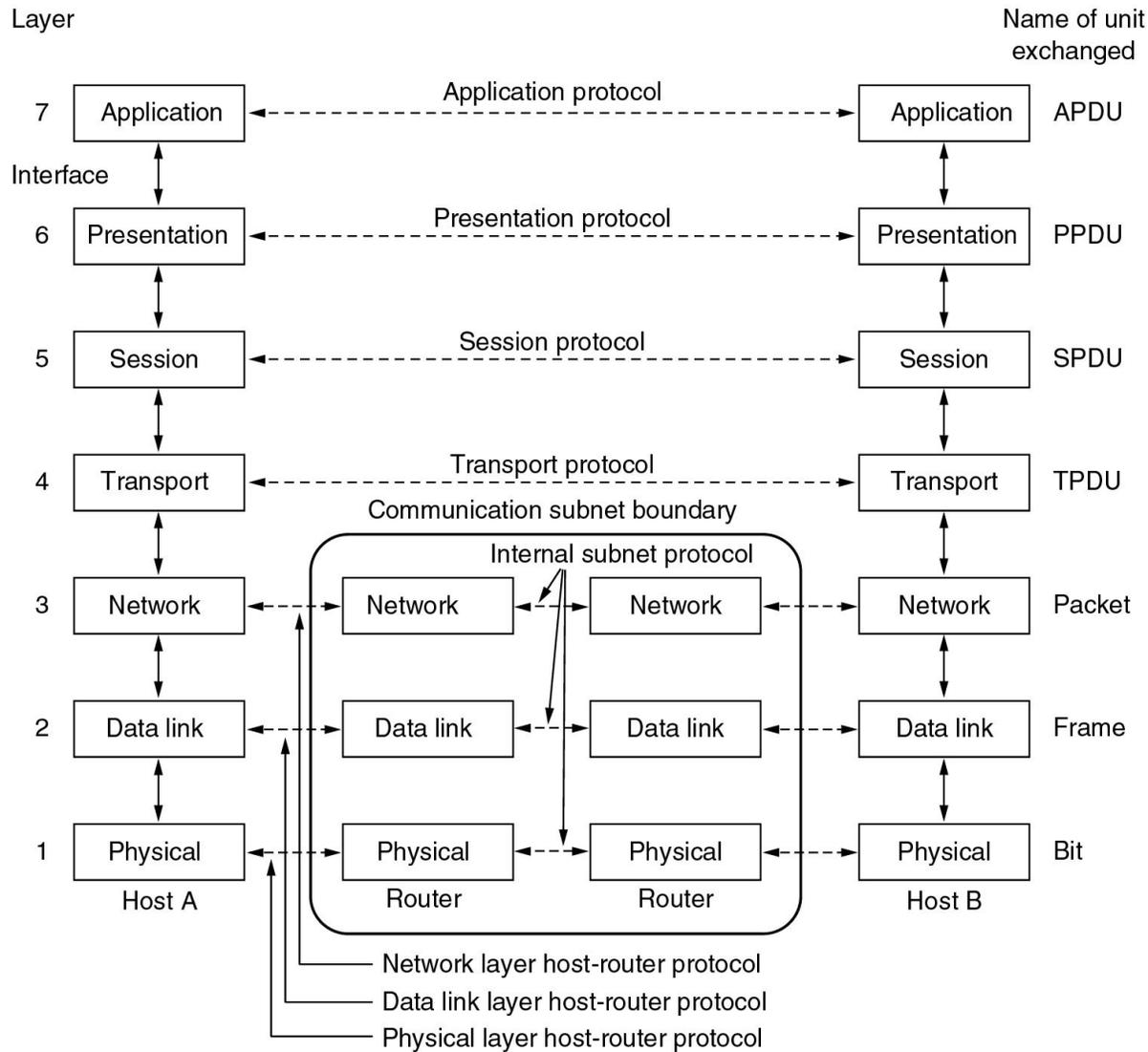
# Relação entre serviço e protocolo



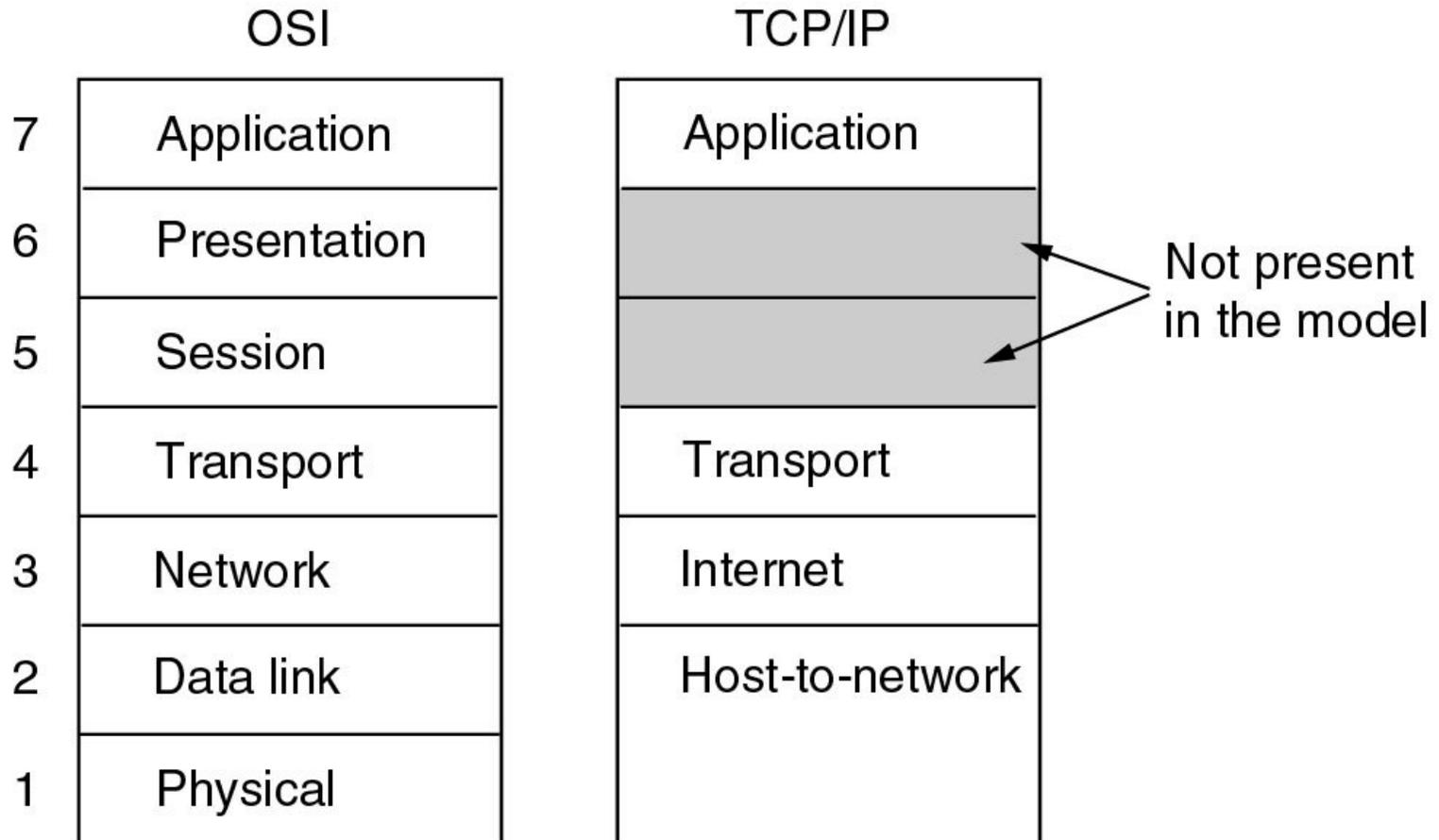
# A Relação entre Serviços e Protocolos

- Um serviço é um conjunto de primitivas (operações) que um nível (camada) fornece ao nível acima dele.
  - Um serviço não especifica como as operações são implementadas.
- Um protocolo é um conjunto de regras governando o formato e o significado dos quadros, pacotes ou mensagens trocados por entidades pares de uma camada.
- Entidades usam protocolos a fim de implementar as suas definições de serviços.
  - Entidades podem mudar seus protocolos à vontade, desde que não mudem os serviços oferecidos.

# Modelo de Referência OSI/ISO

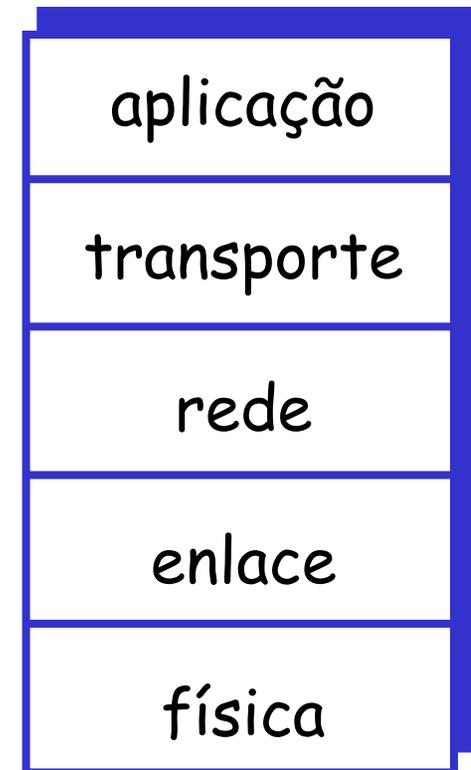


# O “Modelo de Referência” TCP/IP



# Pilha de protocolos da Internet

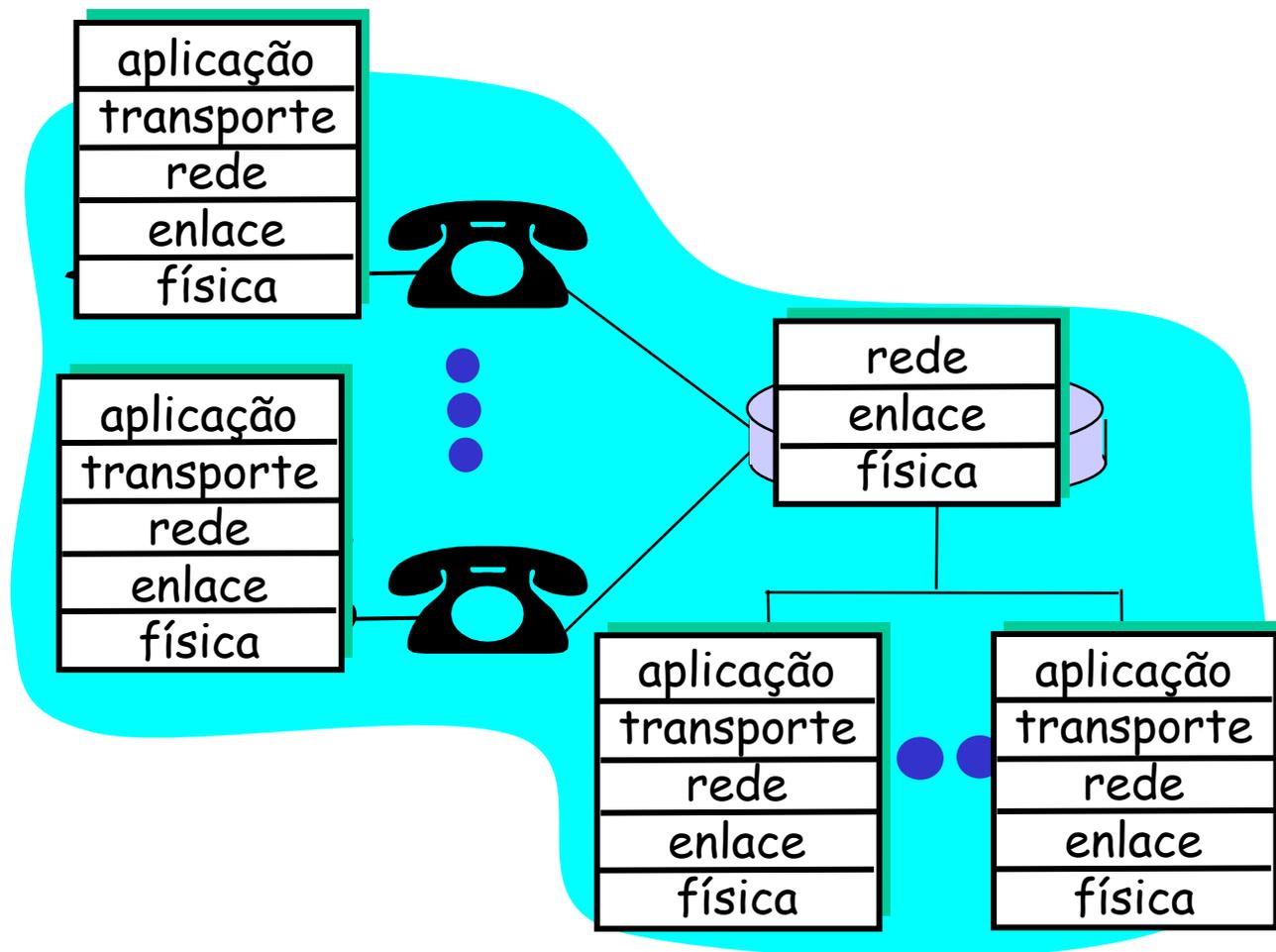
- **aplicação:** suporta as aplicações de rede
  - ftp, smtp, http
- **transporte:** transferência de dados hospedeiro-hospedeiro
  - tcp, udp
- **rede:** roteamento de datagramas da origem ao destino
  - ip, protocolos de roteamento
- **enlace:** transferência de dados entre elementos vizinhos da rede
  - ppp, ethernet
- **física:** bits “nos fios dos canais”



# Divisão em camadas: comunicação lógica

Cada camada:

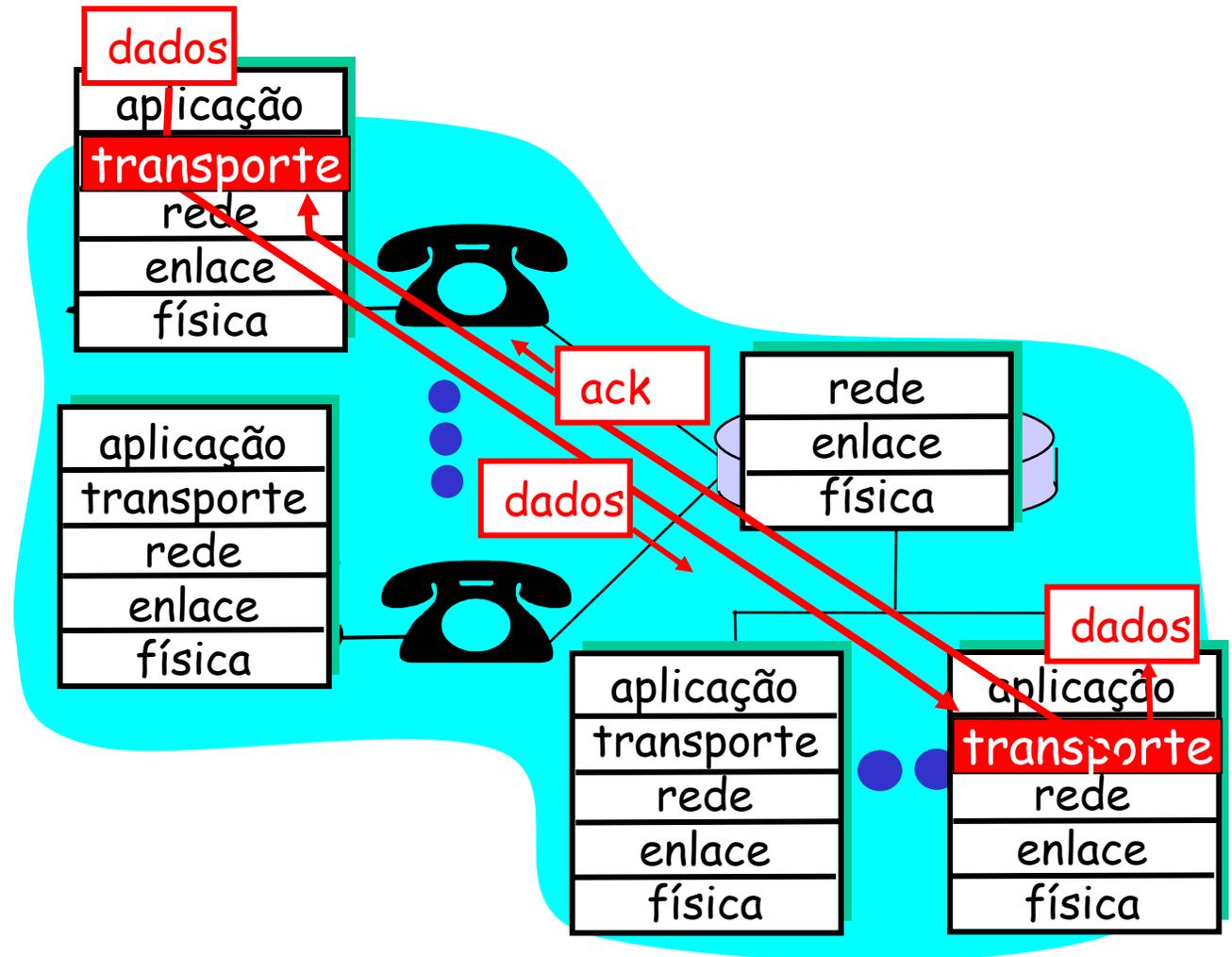
- distribuída
- “entidades” implementam as funções da camada em cada nó
- entidades realizam ações, trocam mensagens com os pares



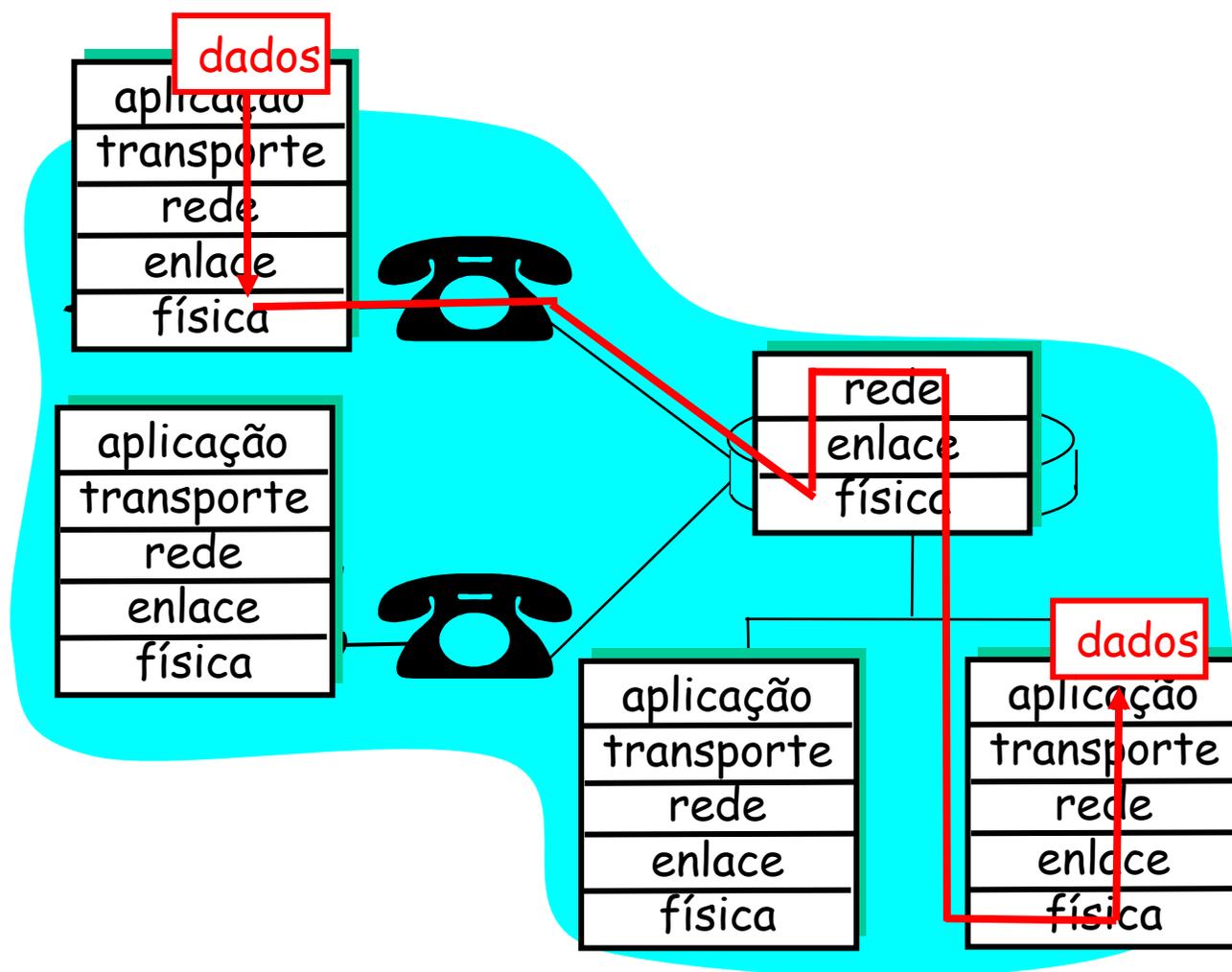
# Divisão em camadas: comunicação lógica

## Ex.: transporte

- apanha dados da aplicação
- acrescenta endereço e informação de verificação de erros para montar um “datagrama”
- envia o datagrama ao par
- espera pelo reconhecimento do par
- analogia: correio

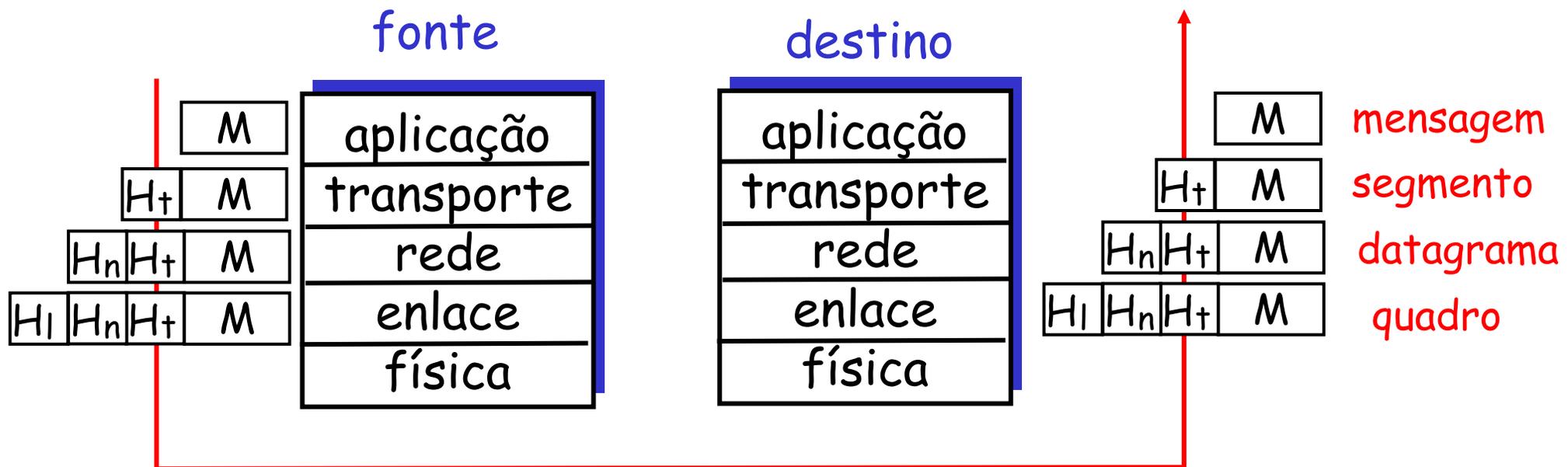


# Divisão em camadas: comunicação física

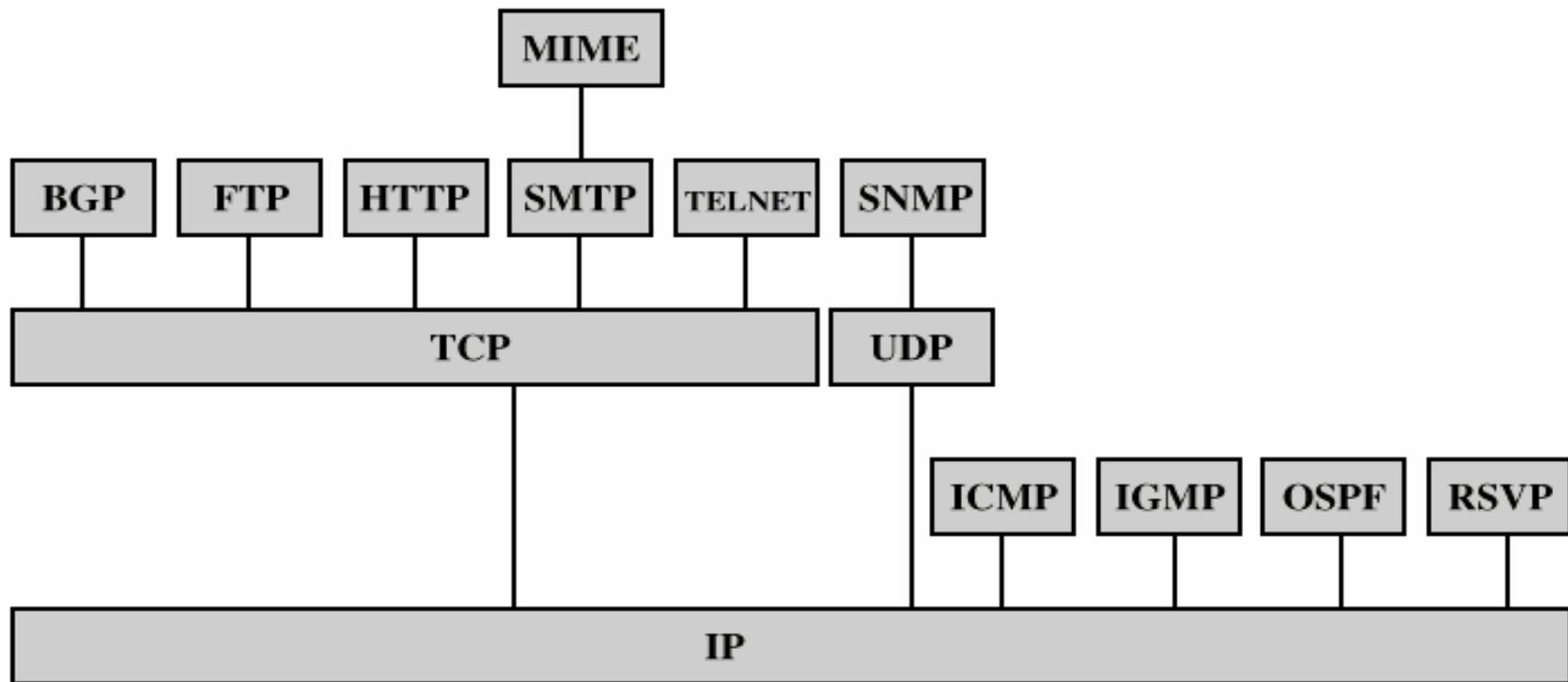


# Camadas de Protocolos e dados

- Cada camada recebe dados de cima
  - acrescenta um cabeçalho de informação para criar uma nova unidade de dados
  - passa a nova unidade de dados para a camada abaixo



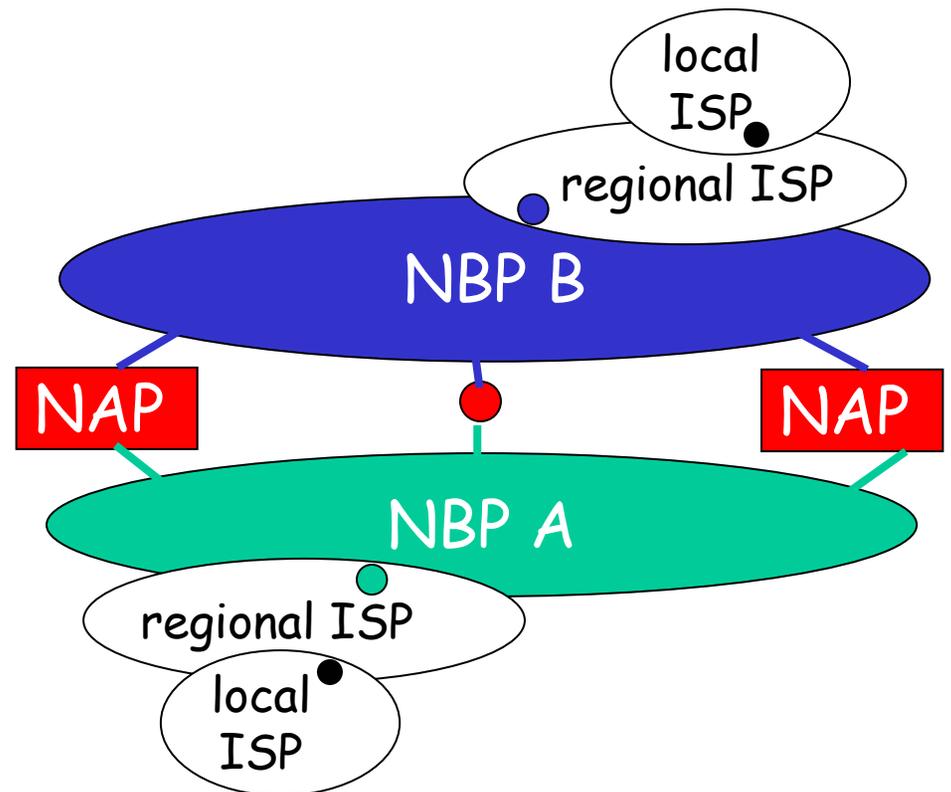
# Alguns Protocolos da Arquitetura TCP/IP



- |   |  |
|---|--|
| <b>BGP</b> = Border Gateway Protocol                | <b>OSPF</b> = Open Shortest Path First           |
| <b>FTP</b> = File Transfer Protocol                 | <b>RSVP</b> = Resource ReSerVation Protocol      |
| <b>HTTP</b> = Hypertext Transfer Protocol           | <b>SMTP</b> = Simple Mail Transfer Protocol      |
| <b>ICMP</b> = Internet Control Message Protocol     | <b>SNMP</b> = Simple Network Management Protocol |
| <b>IGMP</b> = Internet Group Management Protocol    | <b>TCP</b> = Transmission Control Protocol       |
| <b>IP</b> = Internet Protocol                       | <b>UDP</b> = User Datagram Protocol              |
| <b>MIME</b> = Multi-Purpose Internet Mail Extension |  |

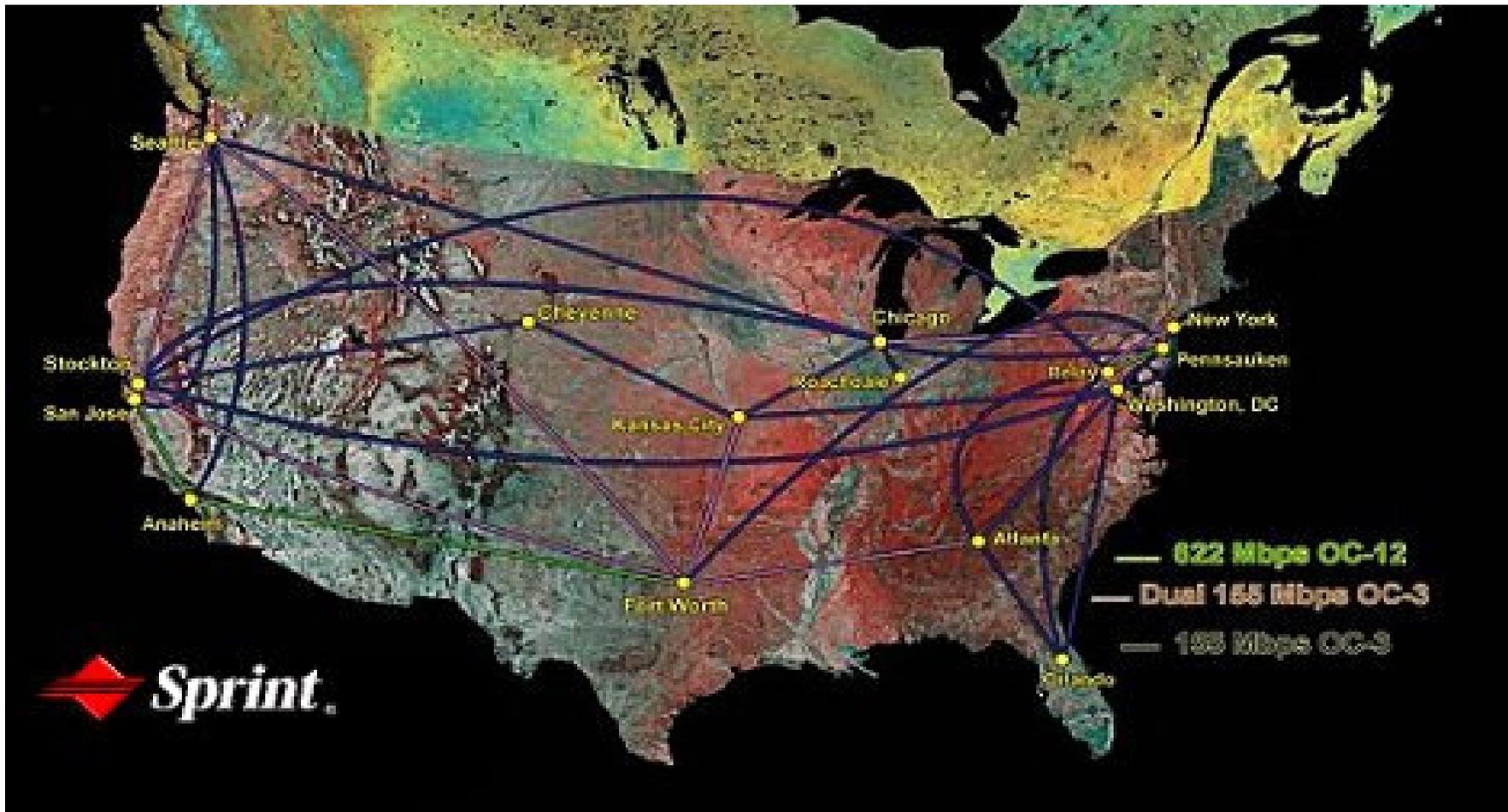
# Estrutura da Internet: rede de redes

- grosseiramente hierárquica
- provedores de *backbones* nacionais e internacionais (NBPs)
  - interconectam-se (peer) entre si privadamente, ou em um *Network Access Point* (NAPs) público
- ISPs regionais
  - conectam-se aos NBPs
- ISPs locais
  - conectam-se nos ISPs regionais



# Proveedor de Backbone Nacional

ex. Sprint US backbone network



# Comparação dos MR OSI e TCP/IP

- os protocolos estão melhor encapsulados no OSI que no TCP/IP
- O OSI/RM foi concebido antes dos protocolos
  - tornou-o bastante geral
  - não era evidente que funcionalidade colocar em cada camada
- TCP/IP: os protocolos vieram antes do modelo
  - os protocolos aderem perfeitamente ao modelo;
  - o modelo não casa com outras pilhas de protocolos
  - não é muito útil para descrever redes que não usam o TCP/IP.

# Crítica ao Modelo e Protocolos OSI

- No final da década de 80 acreditava-se que o modelo OSI e seus protocolos iriam se impor. Isto não ocorreu.

Motivos:

- Momento inadequado
- Tecnologia inadequada
- Implementações deficientes

# Crítica ao Modelo TCP/IP

- Não distingue claramente os conceitos de serviço, interface e protocolo
- Não é um modelo geral: pouco adequado para qualquer outra pilha de protocolos
- A camada hospedeiro-rede, não é de fato uma camada, ela é na verdade uma interface
- Não distingue (ou mesmo menciona) as camadas física e de enlace de dados

# Modelo Híbrido

5	Application layer
4	Transport layer
3	Network layer
2	Data link layer
1	Physical layer

# Padrões

- Vantagens
  - Garantem um grande mercado para equipamentos e *software*
  - Permitem que produtos de diferentes vendedores se comuniquem
- Desvantagens
  - “Congelam” a tecnologia
  - Pode haver vários padrões para a mesma coisa, duplicação de funções em camadas

# Organizações de Padronização

- *Internet Society* (IETF, ..)
- IEEE
- W3C
- ISO
- ITU-T (antiga CCITT)
- Fórum ATM
- ...

# Exemplos de Redes

- A Internet
- Redes orientadas a conexão:  
X.25, Frame Relay, ATM
- Ethernet
- LANs sem fio : 802:11

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

# História da Internet

## *1972-1980: Inter-redes, e redes proprietárias*

- **1970:** ALOHAnet rede via satellite no Hawaii
- **1973:** tese de PhD de Metcalfe propõe a rede Ethernet
- **1974:** Cerf and 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

### **Cerf and Kahn's princípios de interconexão de redes:**

- minimalismo, autonomia - não se exigem mudanças internas para interconexão de redes
- modelo de serviço: melhor esforço
- roteadores sem estado
- controle descentralizado

**define a arquitetura da Internet de hoje**

# História da Internet

*1980-1990: novos protocolos, proliferação de redes*

- 1983: desenvolvimento do TCP/IP
- 1982: smtp é definido
- 1983: DNS definido para tradução de nomes em endereços IP
- 1985: ftp é definido
- 1988: Controle de congestionamento do TCP
- novas redes nacionais: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100.000 hospedeiros conectados à confederação de redes

# História da Internet

## *anos 90: explosão da Internet e a WWW*

- Início dos anos 90: ARPAnet desativada
- 1991: NSF retira restrições sobre o uso comercial da NSFnet (desativada 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:

- est. 50 milhões de computadores na Internet
- est. 100 milhões de usuários
- enlaces de *backbone* operando a 1 Gbits/s
- Comercialização da web
- Novas aplicações

# Introdução: Sumário

## Cobriu uma “tonelada” de material!

- Visão geral da Internet
- o que é um protocolo?
- borda da rede, núcleo, rede de acesso
  - comutação de pacotes versus comutação de circuitos
- performance: perda, atraso
- camadas e modelos de serviços
- *backbones*, NAPs, ISPs
- história

## Você agora tem:

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

# Bibliografia

- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; Redes de Computadores e a Internet. Tradução da 1ª. ed. em inglês. Pearson Education, 2003.
- TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.
- STALLINGS, W. Data and Computer Communications. 7th ed. Prentice-Hall, 2003
- Peterson, L. L. & Davie, B. S. Computer Networks: a systems approach. 2nd. ed. Morgan Kaufmann, 2000.