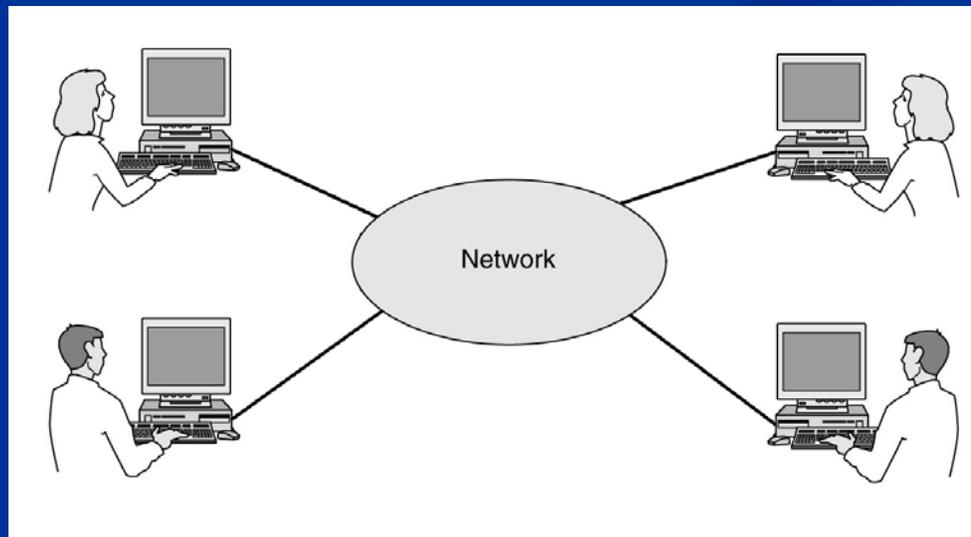


Redes de Computadores

Introdução

Rede de Computadores

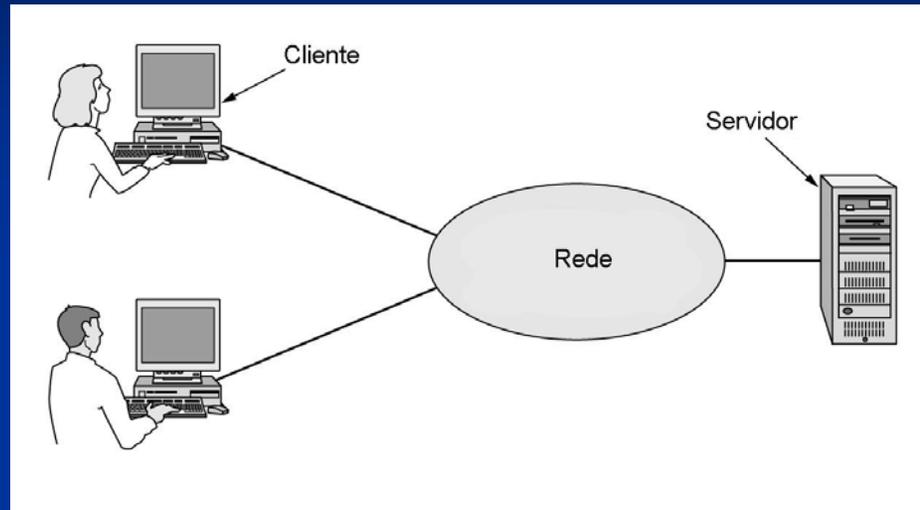
Uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação (meios de transmissão e protocolos).



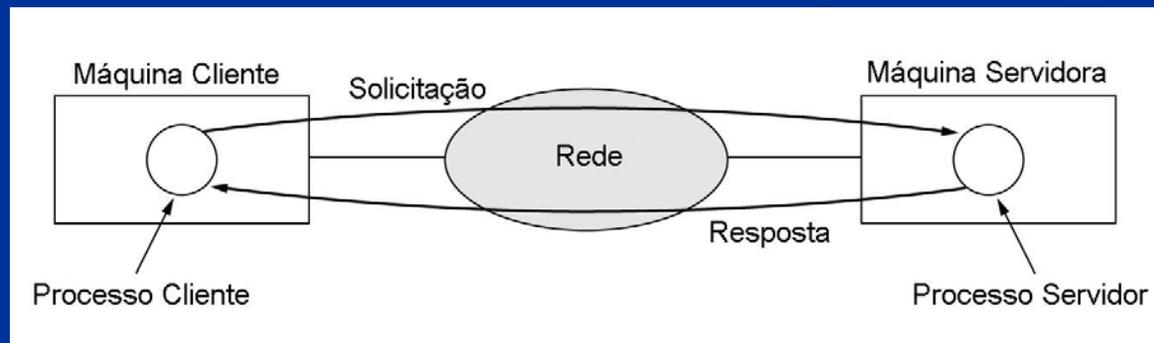
Motivação para o Uso de Redes

- Aplicações comerciais
 - Compartilhamento de recursos
 - Alta confiabilidade por meio de replicação de fontes de dados
 - Economia de dinheiro
 - Meio de comunicação eficiente entre os empregados da empresa
 - Comércio eletrônico

Motivação para o Uso de Redes



Sistema Cliente/Servidor



Comunicação em um sistema Cliente/Servidor

Motivação para o Uso de Redes

- Usuários domésticos (com a internet)
 - Acesso a informações remotas
 - Comunicação entre as pessoas (email, chat, VoIP, etc.)
 - Entretenimento interativo
 - Comércio eletrônico (e-shop, e-banking, leilões, etc.)
 - Jogos

“Não há nenhuma razão para qualquer indivíduo ter um computador em casa”.

Ken Olsen, Presidente da Digital Equipment Co., 1977

Motivação para o Uso de Redes

- Usuários móveis
 - Conectividade independente da localização (escritório portátil)
 - Acompanhamento da produção/serviços
 - Comércio eletrônico

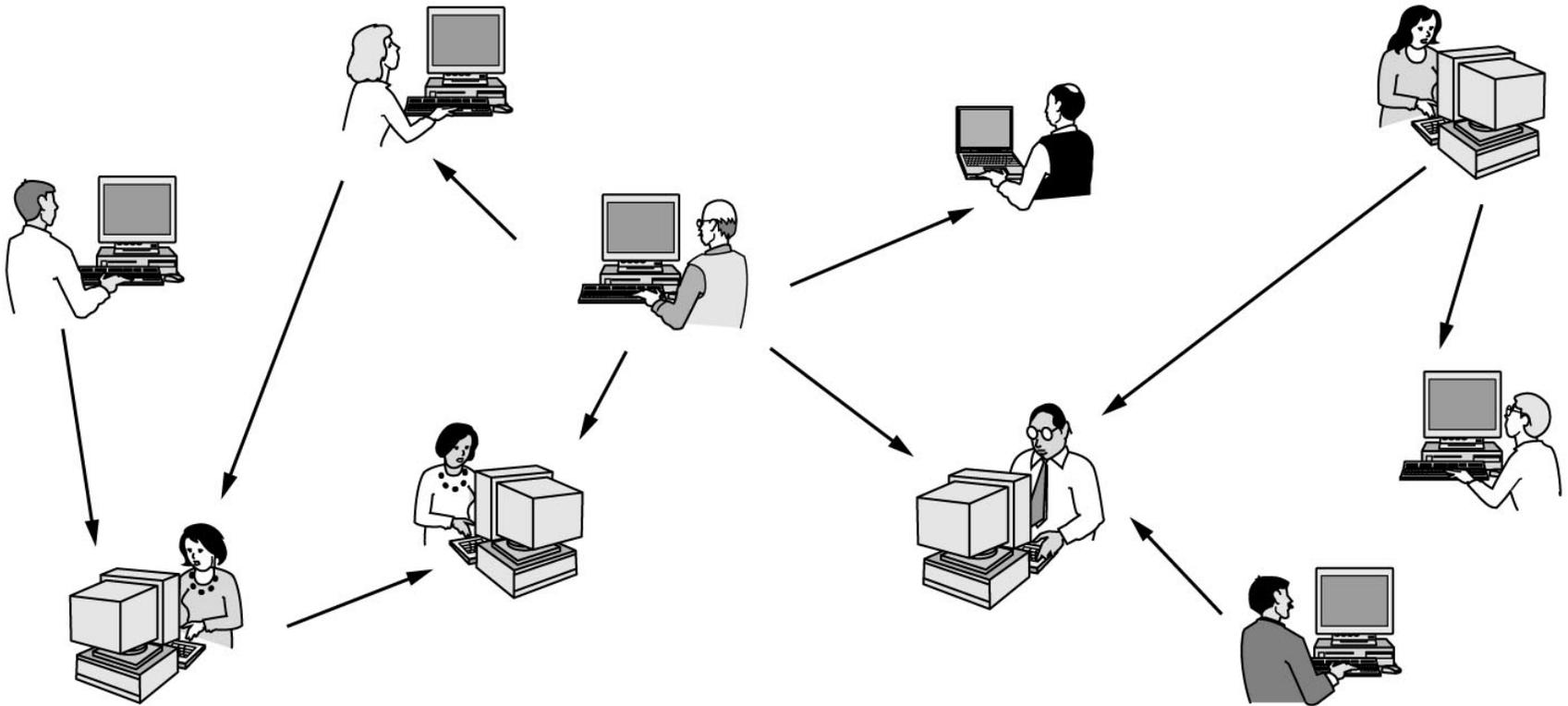
Classificação de Redes

- Critérios de classificação
 - Tecnologia de transmissão
 - Escala

Tecnologia de Transmissão

- Redes de difusão (broadcast)
 - Todas as máquinas compartilham um único canal
 - Comunicação por meio de pacotes endereçados
 - O endereçamento pode ser
 - Para uma máquina específica (unicast)
 - Para todas as máquinas da rede (broadcast)
 - Para um subconjunto de máquinas da rede (multicast)
- Redes ponto-a-ponto
 - Conexões entre pares de máquinas
 - Ocorre o roteamento dos dados

Tecnologia de Transmissão



Rede ponto-a-ponto

Escala

- Redes pessoais
- Redes locais (LANs – Local Area Networks)
- Redes metropolitanas (MANs – Metropolitan Area Networks)
- Redes de longo alcance (WANs – Wide Area Networks)
- Inter-Rede (internet)

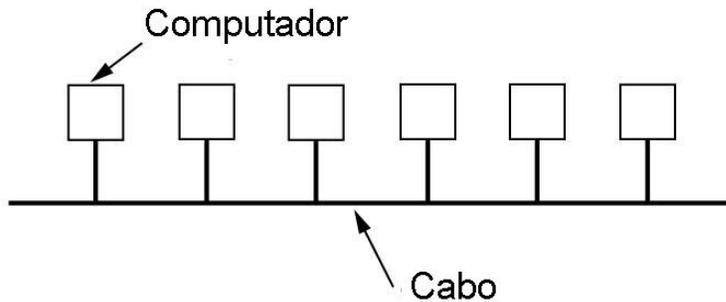
Redes Locais (LANs)

- As redes locais são normalmente redes privadas que permitem a interconexão de equipamentos presentes em uma pequena região (um prédio ou uma universidade ou que tenha poucos quilômetros de extensão)

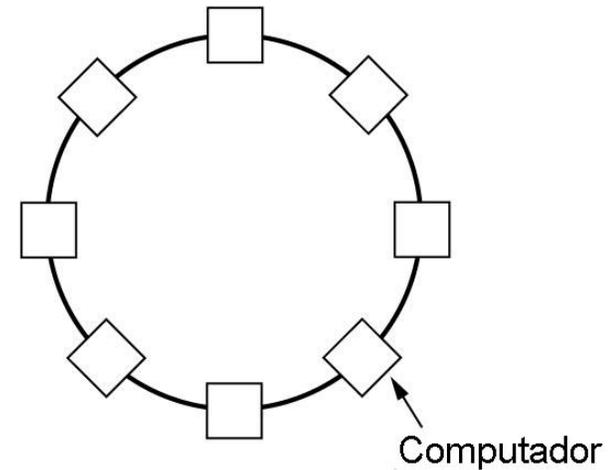
Redes Locais (LANs)

- Possuem 3 características que as distinguem de outras redes
 - Tamanho
 - Restrito → pior tempo de transmissão é conhecido
 - Tecnologia de transmissão
 - Cabo conectando todas as máquinas da rede
 - Topologia
 - Barramento
 - Anel

Redes Locais (LANs)



(a)



(b)

Topologias em barramento (a) e em anel (b)

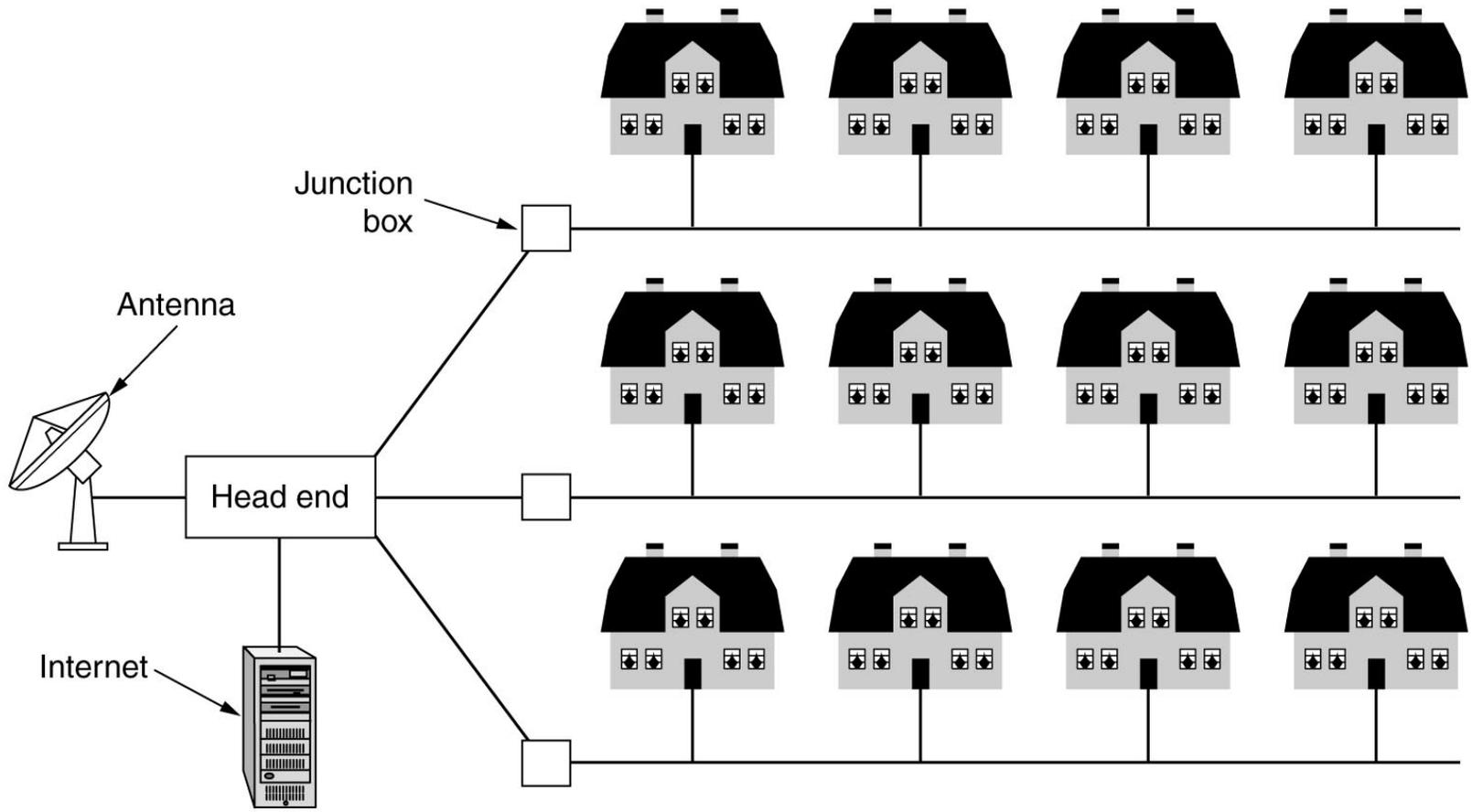
Redes Locais (LANs)

- Em relação a alocação do canal
 - Estáticas → tempo dividido igualmente entre as máquinas
 - Dinâmicas → tempo de transmissão determinado por um árbitro ou pelas próprias máquinas
- Exemplos:
 - Ethernet / Fast Ethernet
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI
 - ATM

Redes Metropolitanas (MANs)

- Uma rede metropolitana é basicamente uma grande versão de uma LAN onde a distância entre os equipamentos ligados à rede começa a atingir distâncias metropolitanas (uma cidade)
 - Exemplos:
 - Rede de TV a cabo
 - RDSI-FL (ATM)
 - Distributed Queue Dual Bus (DQDB)

Redes Metropolitanas (MANs)

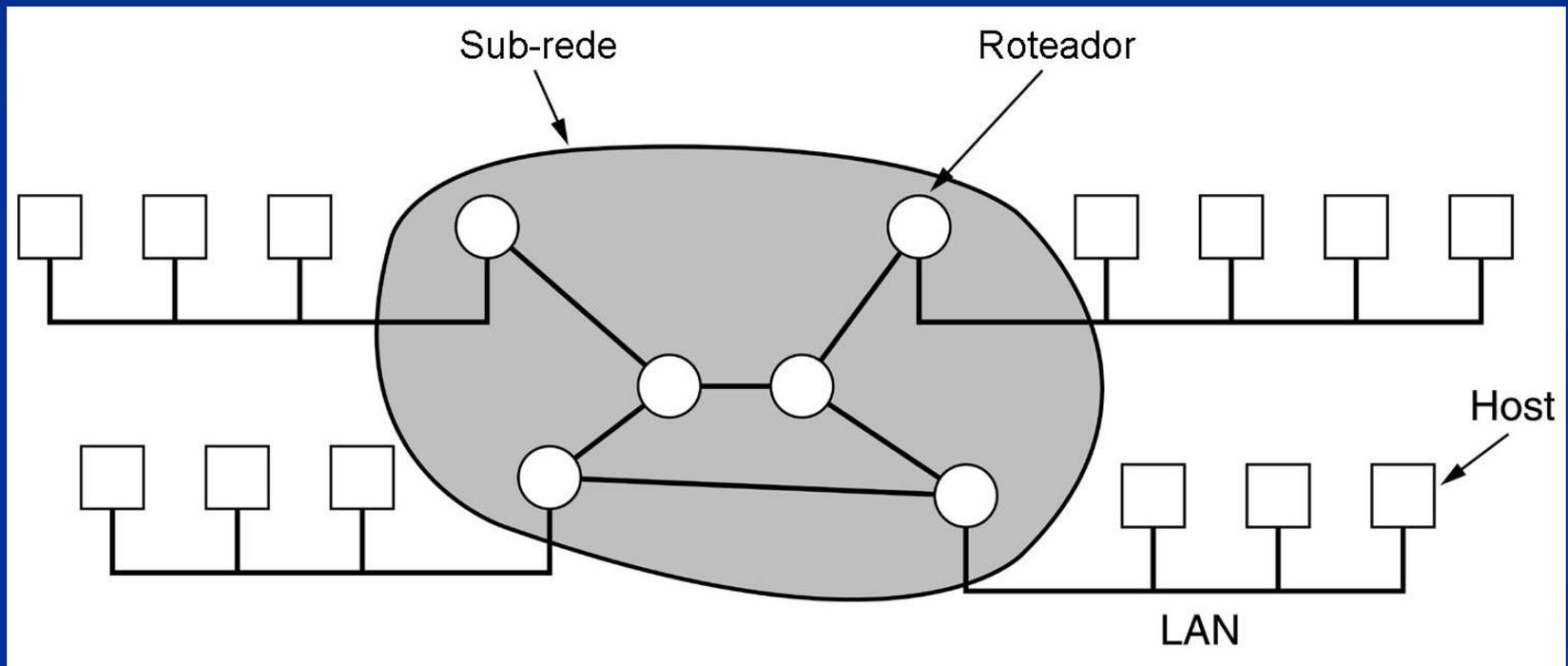


Rede MAN de TV a cabo

Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)

- É uma rede que cobre uma área geográfica grande, usualmente um país ou continente. Os *hosts* da rede são conectados por uma *sub-rede de comunicação*.
 - A sub-rede é composta de dois elementos: linhas de transmissão e elementos de comutação (roteadores)
- Exemplos:
 - X.25
 - SONET/ATM
 - Frame Relay
 - Satélites

Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)

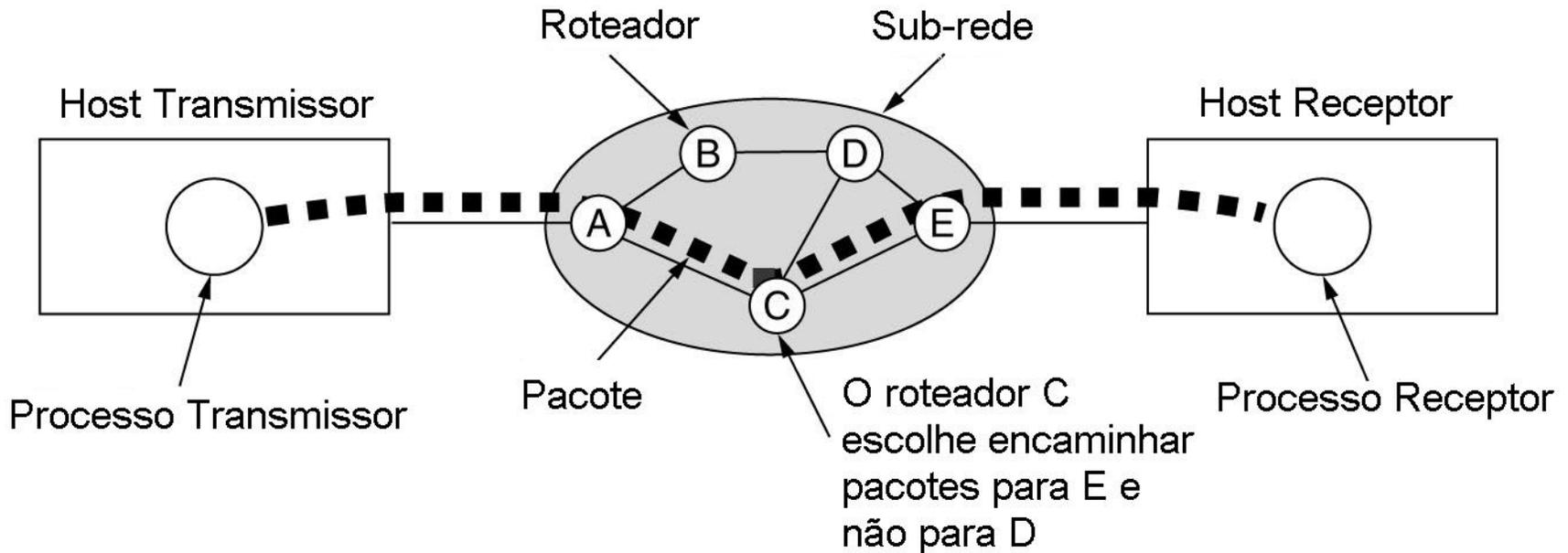


Uma rede WAN

Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)

- Quase todas as WANs utilizam a tecnologia store-and-forward (armazenamento e encaminhamento) ou comutação de pacotes
- As decisões de roteamento são tomadas por cada roteador individualmente de acordo com um algoritmo de roteamento

Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)



Fluxo de pacotes em uma WAN

Redes sem Fio

- Podem ser divididas em 3 categorias principais
 - Interconexão de sistemas
 - Interconexão dos componentes de um computador usando sinais de rádio de alcance limitado
 - Ex: Bluetooth
 - LANs sem fio
 - Redes em que os computadores se comunicam por meio de modems de rádio e antenas
 - Ex: 802.11

Redes sem Fio

- Podem ser divididas em 3 categorias principais
 - WANs sem fio
 - Alcance bem maior e taxa de transmissão bem menor que as LANs sem fio
 - Ex: Telefonia celular
 - Já existem também as WANs sem fio de alta velocidade utilizada para Internet de banda larga

“Os computadores móveis sem fio são como banheiros móveis sem tubulação – verdadeiros pinicos portáteis”.

Bob Metacalf, Inventor da Ethernet, 1995

Redes Domésticas

- Idéia → no futuro todos os lares estarão configurados para redes
- Todos os eletrodomésticos se comunicarão e estarão acessíveis pela Internet
 - Computadores, TV, DVD, telefone, microondas, geladeira, etc.
- Redes domésticas já são uma realidade, de forma limitada
 - Compartilhamento de Internet, impressoras, arquivos

Redes Domésticas

■ Características

- De fácil instalação
- A rede e os dispositivos devem ser a prova de falhas em sua operação
- Preço baixo
- Suporte à multimídia (redes velozes)
- Padronização dos dispositivos e fácil expansão
- Segurança e confiabilidade

Inter-Rede

- Interconexão entre diferentes redes
- Usa Gateways
 - Conectam duas redes realizando as conversões necessárias de hardware e software

“Quatro ou cinco computadores
devem ser suficientes para o
mundo inteiro até o ano 2000”.

T. J. Watson, Presidente da IBM, 1945

Inter-Rede

- Motivação para a Interconexão
 - Cada tecnologia de rede possui suas vantagens
 - Diferença no hardware e software
 - Redes são escolhidas de forma independente
 - Impossibilidade de se construir uma rede universal com tecnologia única (fatores técnicos e políticos)
 - Necessidade de comunicação e troca de informações entre redes diferentes (as vezes incompatíveis)
 - Necessidade de uma rede única a partir de redes diferentes (internet)

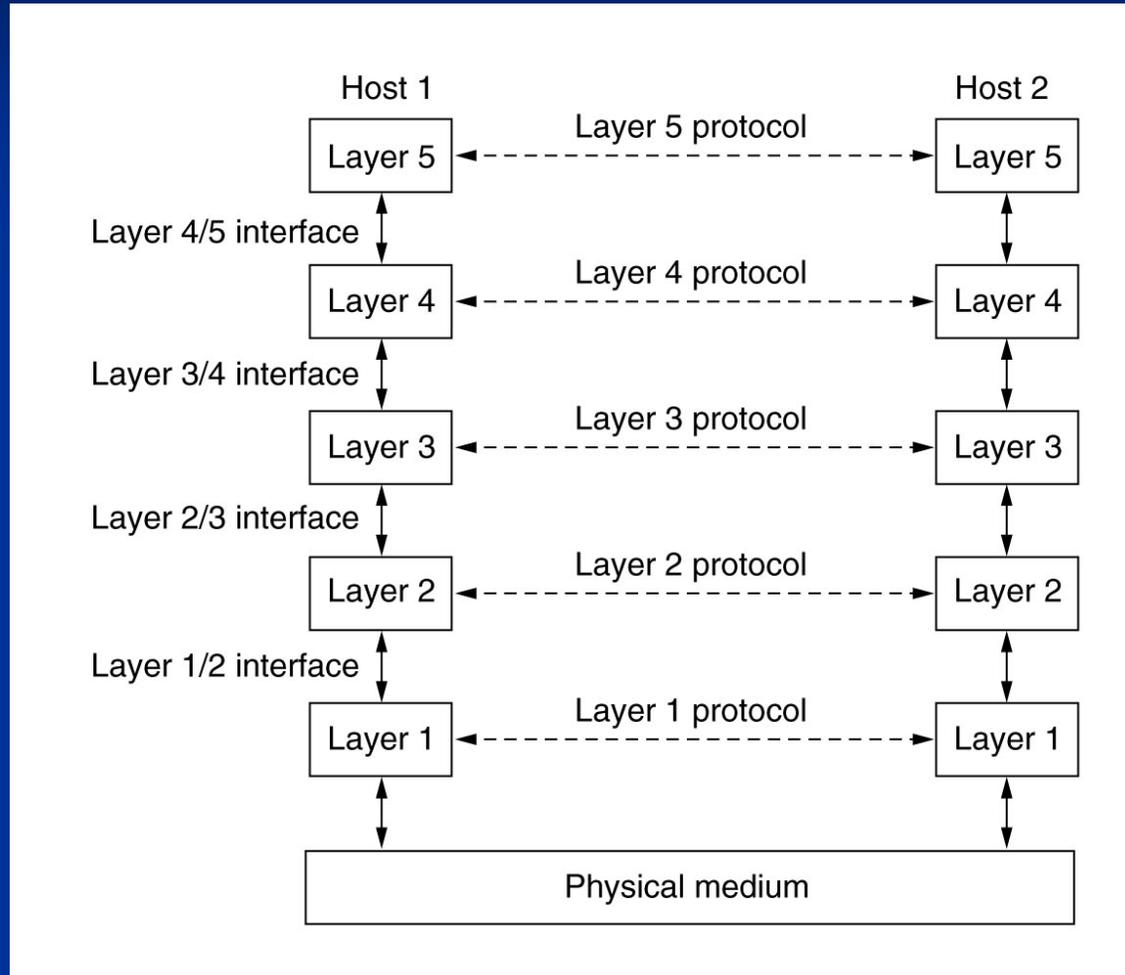
Arquitetura de Redes

- Redes organizadas em camadas → redução da complexidade do projeto
- Cada camada oferece alguns serviços para as camadas superiores escondendo os detalhes de implementação dos serviços
- A camada n de uma máquina se comunica com a camada n de outra
- As regras e convenções usadas nessa conversação são conhecidas como o *protocolo da camada n*

Arquitetura de Redes

- As entidades que ocupam as mesmas camadas em diferentes máquinas são chamadas *pares*
- Na verdade, os dados não são transferidos entre as camadas pares de máquinas diferentes
 - Na máquina transmissora cada camada envia os dados e as informações de controle para a camada imediatamente inferior a ela
 - Isso segue até a camada mais baixa
 - Ocorre então a transmissão pelo meio físico
 - Na máquina receptora ocorre a operação inversa

Arquitetura de Redes



Exemplo de uma hierarquia de protocolos com 5 camadas

Arquitetura de Redes

- Entre cada par de camadas adjacentes existe uma *interface* → define quais os serviços e operações a camada inferior oferece para a camada superior
- Interfaces devem ser claras
 - Reduz o fluxo de dados
 - Simplificam a substituição da implementação da camada

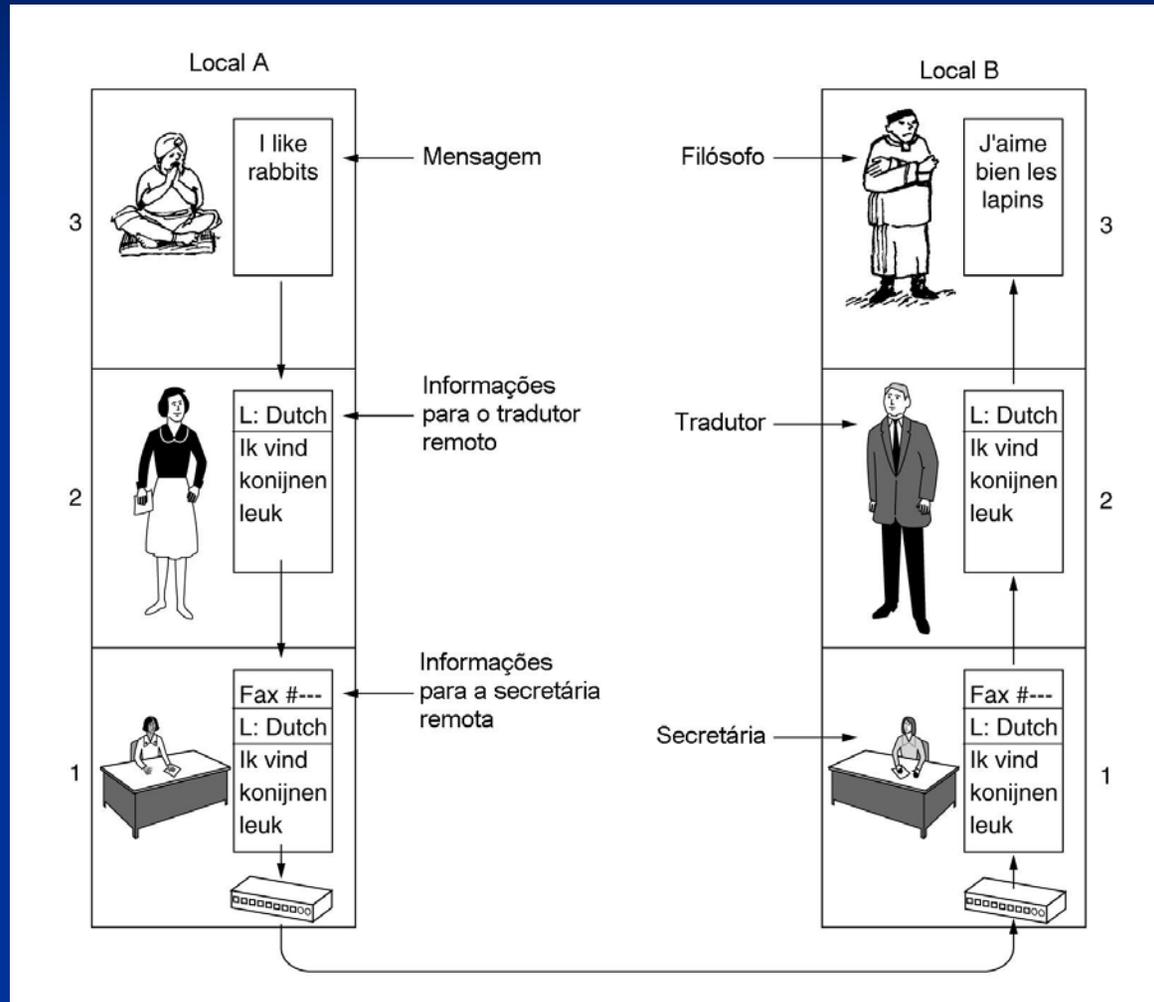
Arquitetura de Redes

- Camadas pares podem ter implementações diferentes, mas os serviços oferecidos devem ser iguais
- Uma rede é composta de uma hierarquia de protocolos
- O conjunto de camadas e protocolos é chamado de *arquitetura de rede*
 - Sua especificação deve permitir a implementação do software e hardware para cada camada

Arquitetura de Redes

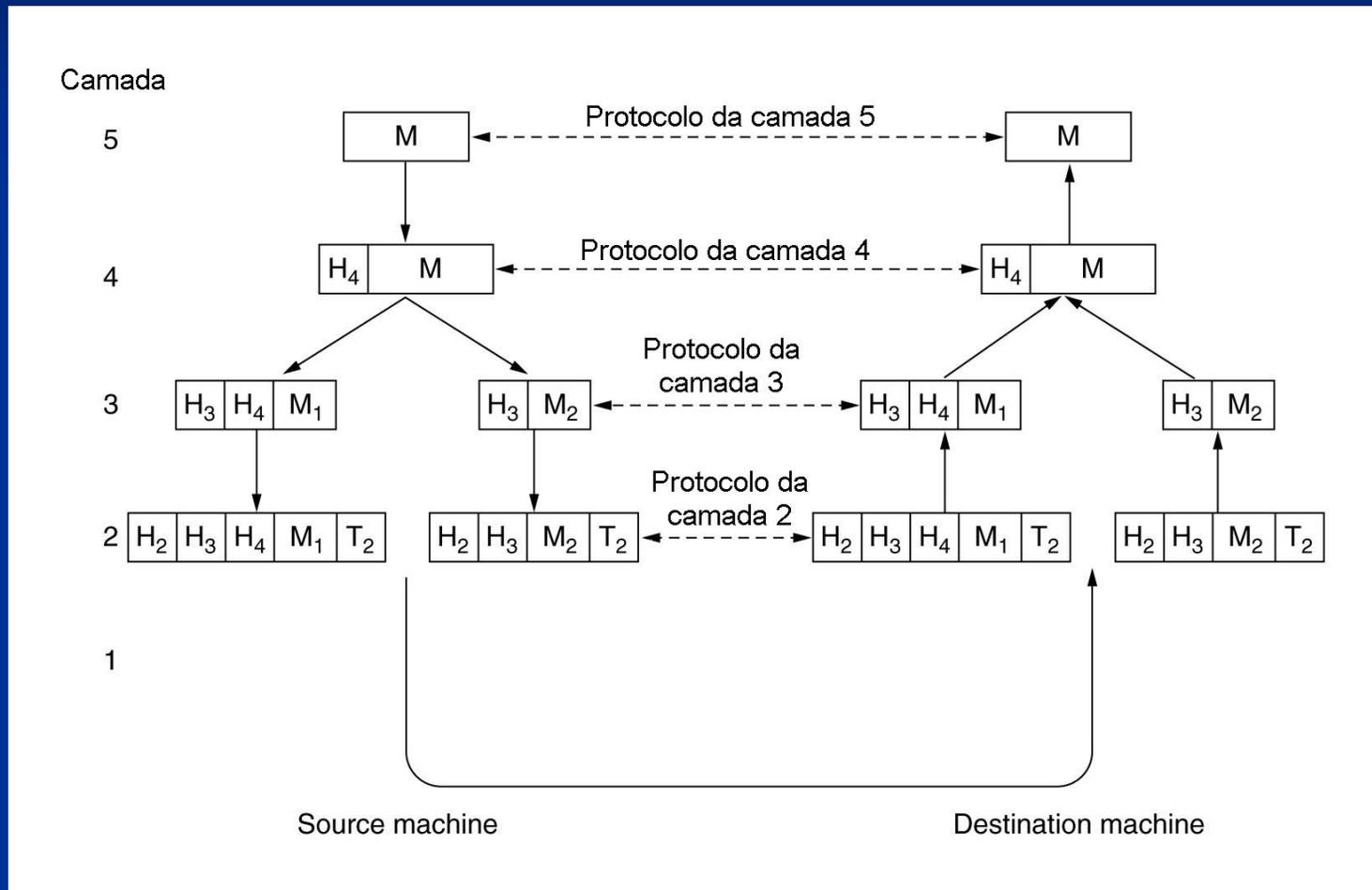
- Nem os detalhes da implementação nem as especificações das interfaces são partes da arquitetura
- Pilha de protocolos
 - Conjunto de protocolos utilizado por um determinado sistema, um protocolo por camada

Arquitetura de Redes



Arquitetura filósofo / tradutor / secretária

Arquitetura de Redes



Fluxo de informação na a arquitetura de 5 camadas

Questões de Projeto

Relacionadas às Camadas

- Mecanismo de identificação de receptores e transmissores → endereçamento
- Transferência de dados
 - Direção → Simplex, half-duplex, full-duplex
 - Número de canais lógicos e suas prioridades
- Controle de erro
- Ordenação das mensagens no receptor

Questões de Projeto

Relacionadas às Camadas

- Velocidade de transmissão dos dados
 - Problema quando a comunicação se dá entre máquinas operando a velocidades diferentes
- Permitir fragmentação e remontagem
- Permitir o uso da mesma conexão por diversos processos
 - Uso de multiplexação e demultiplexação
- Escolha de rotas (roteamento)

Serviços Orientados à Conexões e Serviços sem Conexão

- Serviço orientado à conexões
 - Analogia com o sistema telefônico
 - Deve ser estabelecida uma conexão
 - A conexão é então utilizada
 - E, a conexão é liberada após o uso
 - Na maioria dos casos a ordem de transmissão é conservada
 - Pode haver uma negociação entre as partes sobre os parâmetros da conexão
 - Tamanho máximo das mensagens, qualidade do serviço, etc.

Serviços Orientados à Conexões e Serviços sem Conexão

- Serviço sem conexão
 - Analogia aos Correios
 - Mensagem é endereçada e encaminhada (roteada) no sistema
 - As mensagens são independentes umas das outras
 - As mensagens podem chegar fora de ordem

Serviços Orientados à Conexões e Serviços sem Conexão

- Serviço orientado à conexões confiável
 - Não perdem dados
 - Usa estratégia de confirmação de recebimento das mensagens pelo receptor
 - Pode gerar atrasos inaceitáveis em alguns casos
 - Pode ser de dois tipos
 - Seqüência de mensagens
 - Fluxo de bits

Serviços Orientados à Conexões e Serviços sem Conexão

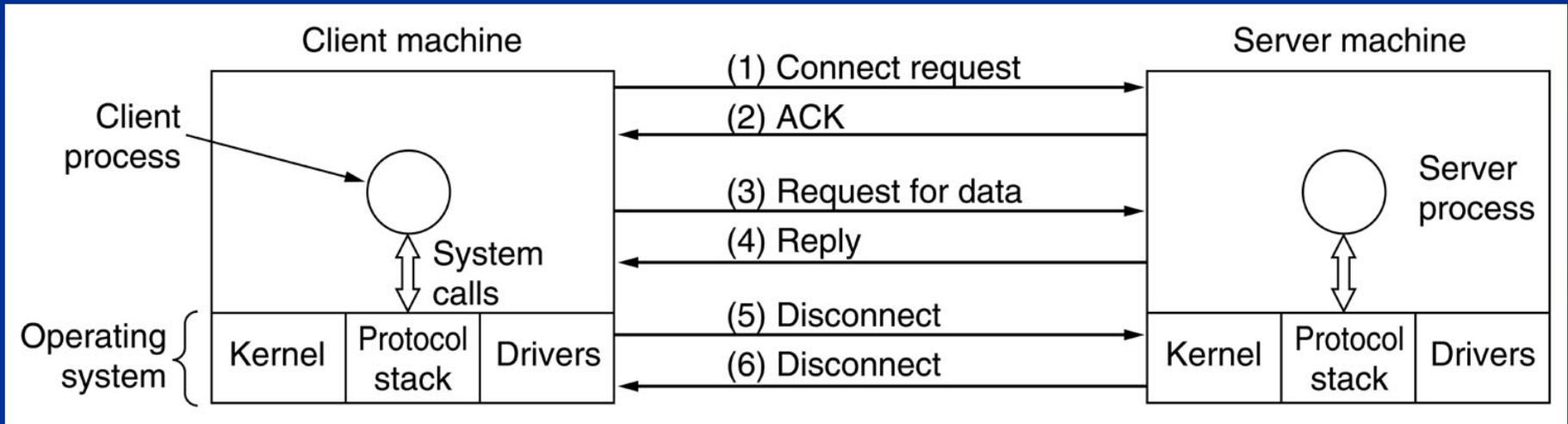
- Serviços sem conexão
 - Serviço de datagramas → serviço não confiável
 - Serviço de datagramas com confirmação → serviço confiável
 - Serviço de solicitação/resposta → serviço confiável

Primitivas de Serviço

- Um serviço é especificado formalmente por um conjunto de primitivas
 - São as operações disponíveis para que um processo do usuário acesse um serviço

Primitiva	Significado
LISTEN	Espera bloqueada por uma conexão de entrada
CONNECT	Estabelece conexão com um par que está à espera
RECEIVE	Espera bloqueada por uma mensagem de entrada
SEND	Envia uma mensagem ao par
DISCONNECT	Encerra uma conexão

Primitivas de Serviço



Interação cliente/servidor simples, em uma rede orientada à conexão

Serviços e Protocolos

■ Serviços

- Conjunto de primitivas (operações) que uma camada oferece à sua camada superior
- Não informa como essas operações são implementadas

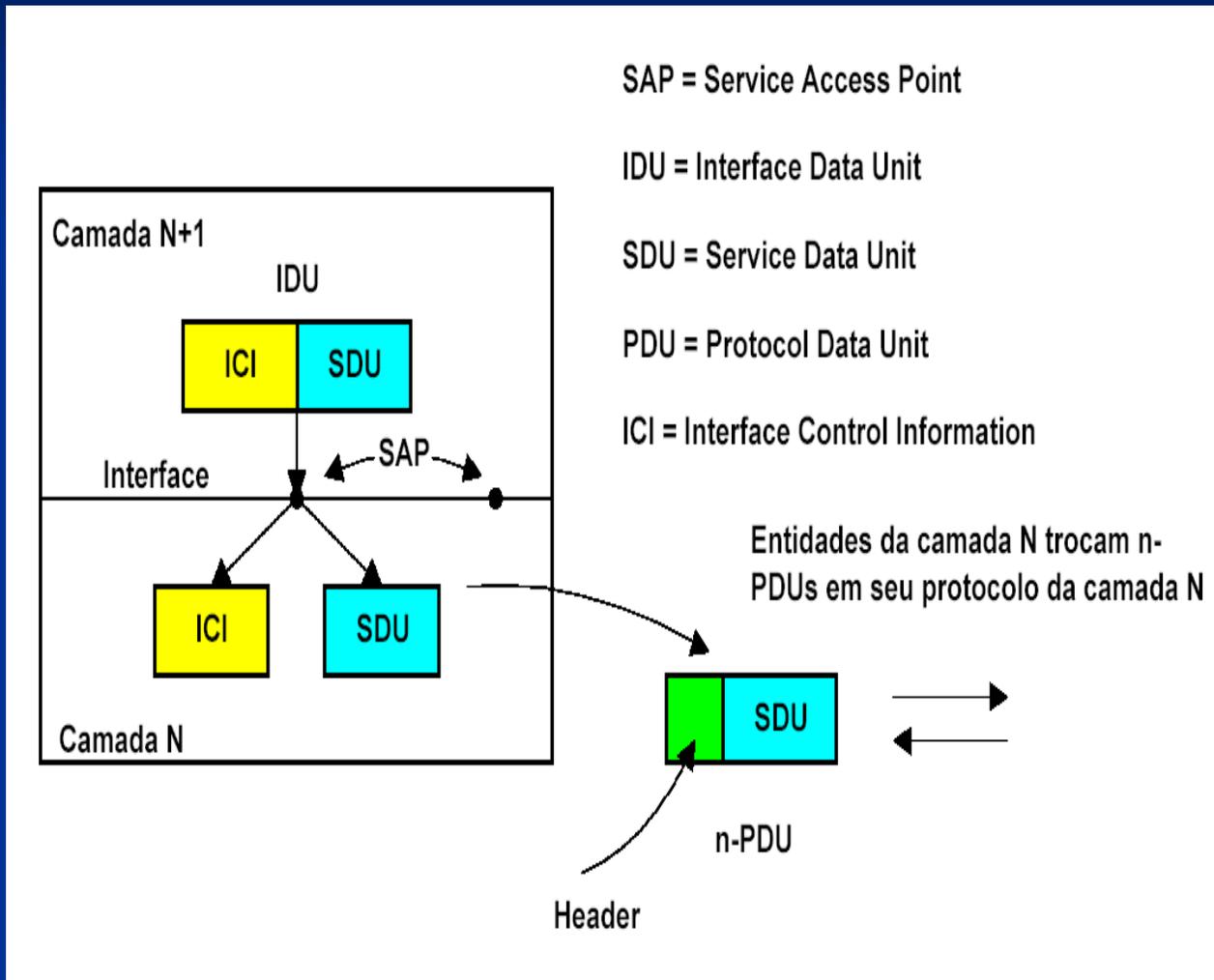
■ Protocolo

- Conjunto de regras que rege a comunicação entre as camadas pares
- Define o formato e significado dos pacotes (mensagens enviadas)
- O protocolo pode ser alterado, desde que não se alterem os serviços

Interfaces e Serviços

- A função de cada camada é prover serviços a camada de nível superior
- Serviços disponíveis em *SAPs* (*Service Access Points*)
- Cada *SAP* tem um endereço único que o identifica
- Comunicação entre camadas:
 - Entidade da camada $n+1$ passa uma *IDU* (*Interface Data Unit*) para a entidade da camada n através do *SAP*
 - $IDU \rightarrow SDU$ (*Service Data Unit*) e interfaces de controle
 - *SDU* é a informação passada pela rede para a entidade par e então para a camada $n+1$

Interfaces e Serviços



Relação entre camadas em uma interface

Modelos de Referência

- Modelo OSI
 - Modelo válido
 - Protocolos não mais utilizados
- Modelo TCP/IP
 - Modelo não mais utilizado
 - Protocolos amplamente utilizados

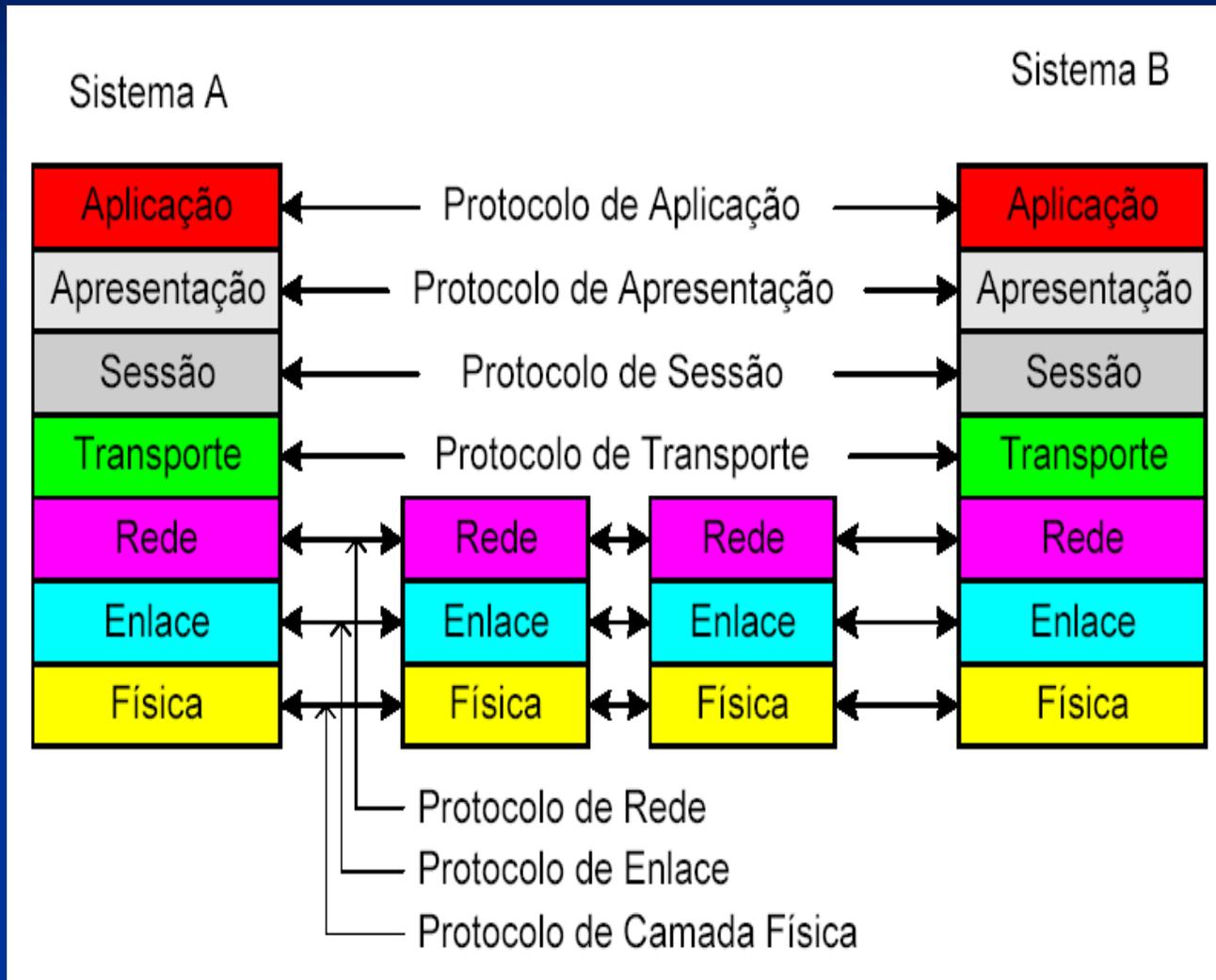
Modelo OSI

- Proposta da ISO (International Standards Organization) para a padronização dos protocolos utilizados nas diversas camadas de uma arquitetura de rede
- Trata da interconexão de sistemas abertos
- Possui 7 camadas
- OSI = Open Systems Interconnection

Modelo OSI

- Princípios que levaram a este número de camadas:
 - Criação de camada onde há necessidade de maior grau de abstração
 - Cada camada deve executar uma função bem definida
 - A função da camada deve ser baseada em protocolos utilizados internacionalmente
 - Limites das camadas → reduzir o fluxo de informações transportadas entre as interfaces
 - Funcionalidades distintas não devem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e a arquitetura não deve ser difícil de controlar

Modelo OSI



Camada Física

- Objetivo → assegurar o transporte dos dados, representados por um conjunto de bits via um meio de transmissão
 - Fornece as características mecânicas, elétricas, funcionais e de procedimento para ativar, manter e finalizar uma conexão
 - Garante o envio de uma cadeia de bits sem se preocupar com o seu significado
 - Não é função desse nível tratar problemas como erros de transmissão

Camada Física

- São definidos:
 - A forma de representar os bits
 - A que taxa deve-se transmitir (9600bps, 10Mbps)
 - Se a comunicação é *half* ou *full-duplex*
 - Tipo de codificação
 - Significados dos pinos dos conectores

Camada de Enlace de Dados

- Objetivo → transmitir quadros entre duas máquinas ligadas diretamente, transformando o canal em um enlace de dados confiável
 - Divide os dados em quadros de dados e os envia seqüencialmente
 - Se o serviço for confiável teremos quadros de confirmação
 - Regula o tráfego
 - Detecta e e opcionalmente pode corrigir erros ocorridos na camada física

Camada de Rede

- Objetivo → encaminhar (rotear) pacotes entre a máquina origem e a máquina destino
 - O roteamento pode ser estático ou dinâmico
 - Realiza o controle de congestionamento
 - Tem que permitir que redes heterogêneas se comuniquem
 - Endereçamento
 - Tamanho dos pacotes
 - Protocolos

Camada de Transporte

- Objetivo → efetua a comunicação fim-a-fim entre processos, normalmente adicionando valor ao serviço de rede oferecido
 - permite a transferência de informações do sistema emissor ao sistema receptor de forma confiável e econômica, independentemente da natureza da informação ou das redes suportando a comunicação
 - É uma camada fim-a-fim, ligando a origem ao destino
 - Define o tipo de serviço oferecido quando a conexão é estabelecida

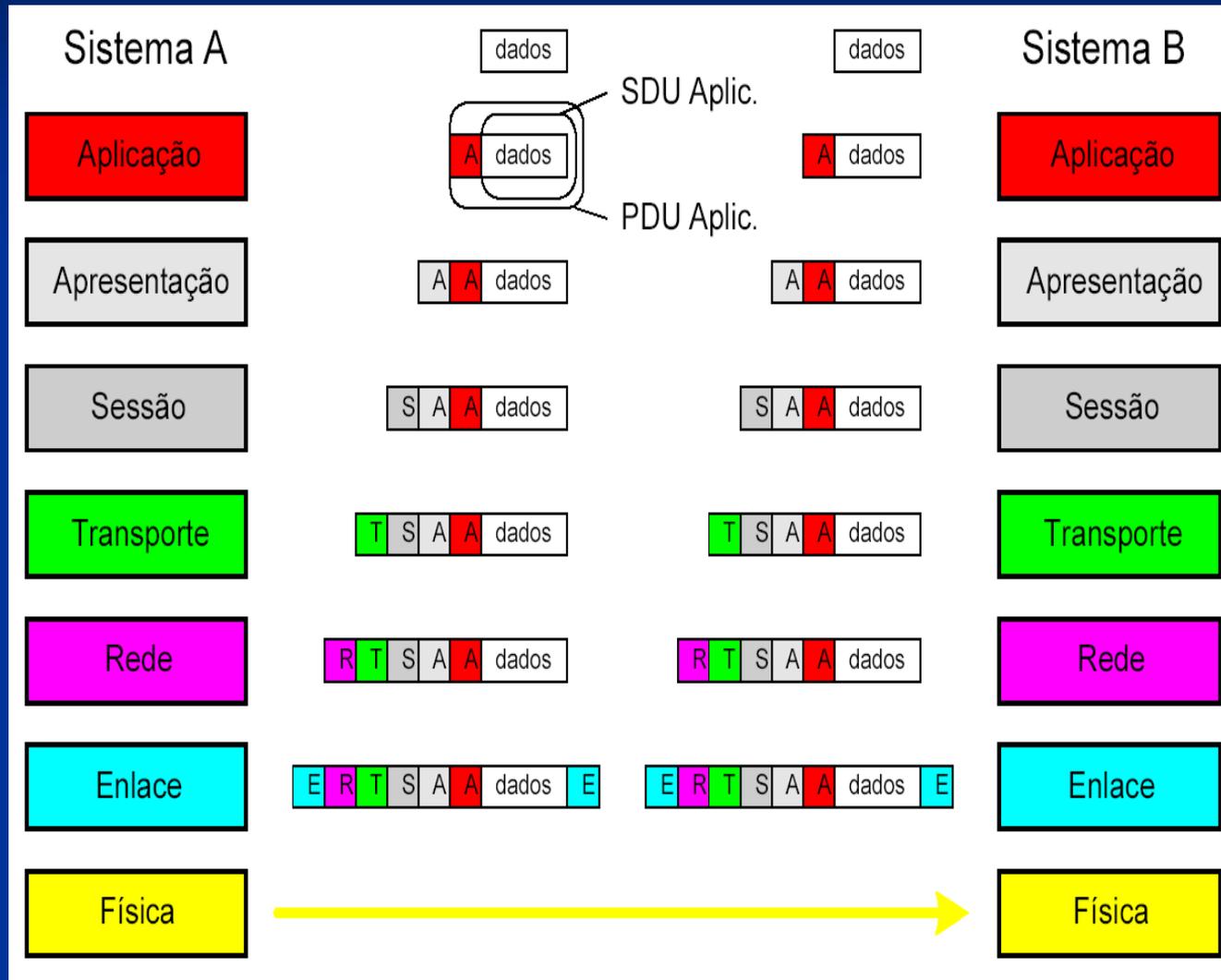
Camadas de Sessão e Apresentação

- Camada de Sessão
 - Objetivo → controlar quem fala e quando, entre origem e destino
- Camada de Apresentação
 - Objetivo → transformar a sintaxe dos dados (forma de representação) sem afetar a semântica (mapeamento de caracteres, criptografia, compressão, etc.)

Camada de Aplicação

- Compõe-se de várias aplicações, cada uma com seu respectivo protocolo, para implementar os serviços de mais alto nível na rede (transferência de arquivos, email, WEB, IRC)
- É nessa camada que o usuário interage

Transmissão de dados no Modelo OSI



Modelo TCP/IP

- Arquitetura voltada para a interconexão de redes heterogêneas
- O nome TCP/IP se deve ao protocolos TCP e IP, que são os dois protocolos primários dessa arquitetura
- Composto por 4 camadas

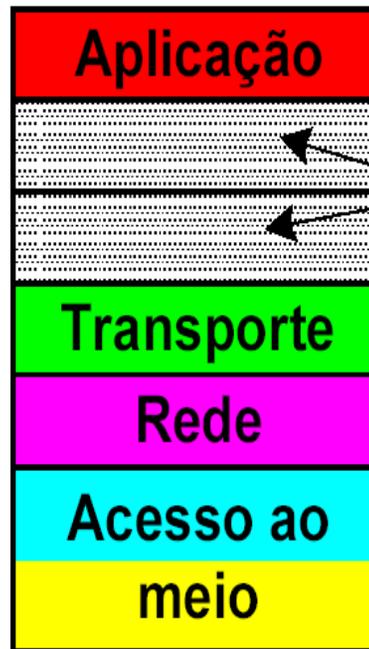
Modelo TCP/IP

RM/OSI



7
6
5
4
3
2
1

TCP/IP



Não
presentes
no modelo

Modelo OSI e modelo TCP/IP

Camada de Rede (ou Inter-Rede)

- Esta camada integra toda a arquitetura da inter-rede
- Faz a interligação de redes sem conexão
- Tem o objetivo de rotear as mensagens entre hosts, ocultando os problemas inerentes aos protocolos utilizados e aos tamanhos dos pacotes
- Essa camada tem a mesma função da camada de rede do modelo OSI
- O protocolo comumente utilizado é o IP (Internet Protocol)

Camada de Transporte

- Permite que entidades pares mantenham uma conversação (como na camada de transporte do modelo OSI)
- Possui dois protocolos → TCP e UDP
- TCP (Transmission Control Protocol – Protocolo de Controle de Transmissão)
 - Protocolo orientado a conexões confiável
 - Permite a entrega sem erros de um fluxo de bits entre hosts

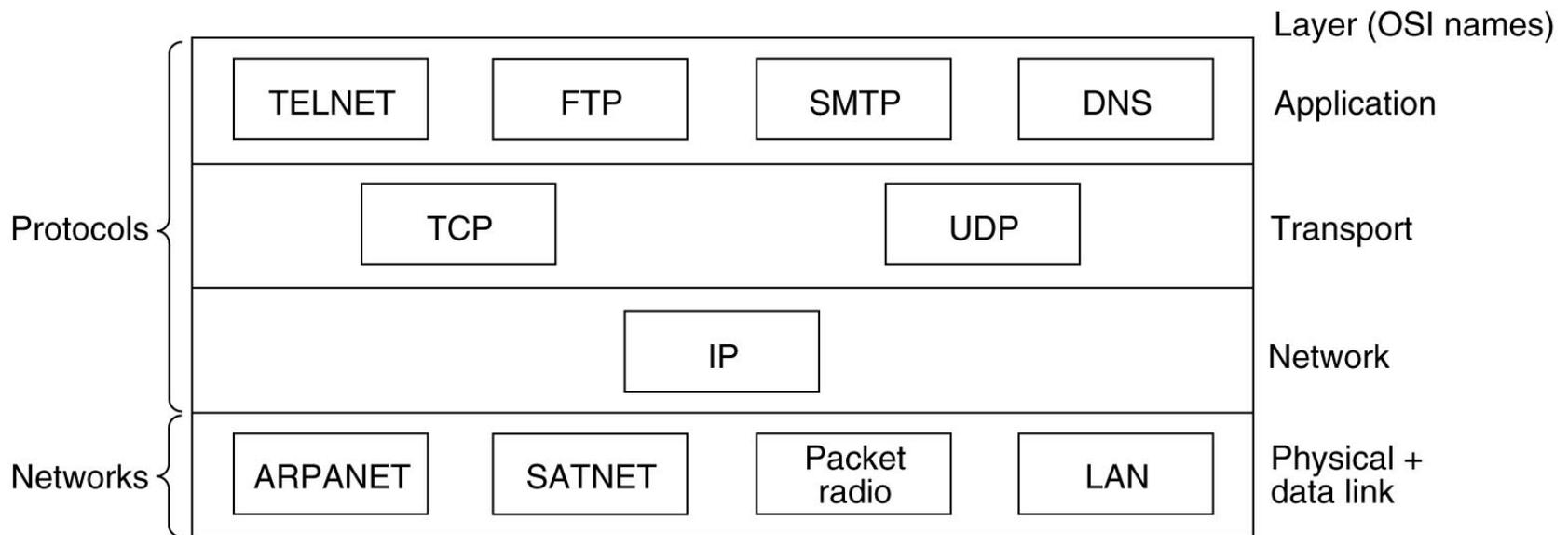
Camada de Transporte

- UDP (User Datagram Protocol – Protocolo de Datagrama do Usuário)
 - Protocolo sem conexão e não-confiável
 - Para aplicações que não desejam controle de fluxo e sequenciamento das mensagens
 - Para casos em que a entrega imediata é mais importante que a entrega precisa
 - Transmissão de áudio e vídeo

Camadas de Aplicação e Host/Rede

- Camada de Aplicação
 - Contém os protocolos de alto nível, tais como FTP, Telnet e SMTP
- Camada de Acesso ao Meio (ou Host/Rede)
 - O modelo TCP/IP não faz nenhuma especificação a respeito desta camada.

Modelo TCP/IP



Protocolos e redes usadas no modelo TCP/IP

OSI x TCP/IP

■ OSI

- O modelo foi concebido antes dos protocolos
- Possui 7 camadas
- Na camada de rede pode existir serviços orientados a conexão e sem conexão
- Na camada de transporte só existe serviço orientado a conexão

OSI x TCP/IP

■ TCP/IP

- Os protocolos foram concebidos antes do modelo
- Possui 4 camadas
- Na camada de rede só existe serviço sem conexão
- Na camada de transporte pode existir serviços orientados a conexão e sem conexão

Modelo de Referência Híbrido

5	Camada de aplicação
4	Camada de transporte
3	Camada de rede
2	Camada de enlace de dados
1	Camada física

[Atividades]

- É sugerido a resolução dos seguintes problemas do capítulo 1 do livro do Tanenbaum
 - 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 28
- Também deve ser estudado todo o assunto visto na aula, pois existem informações que não estão contidas nessas questões
- É recomendado ler o capítulo inteiro, pois ele possui outras informações relevantes que não foram abordadas na aula