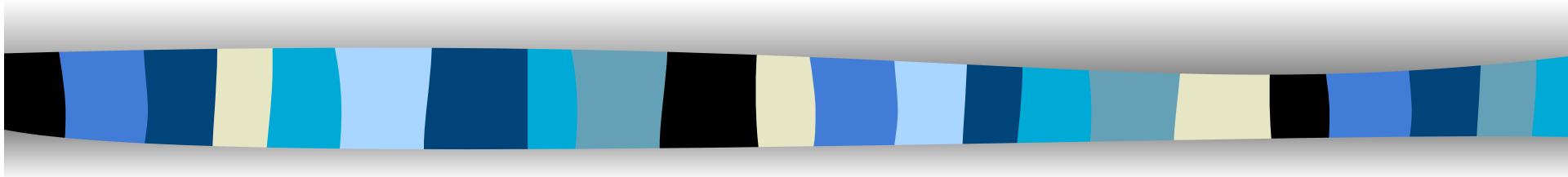
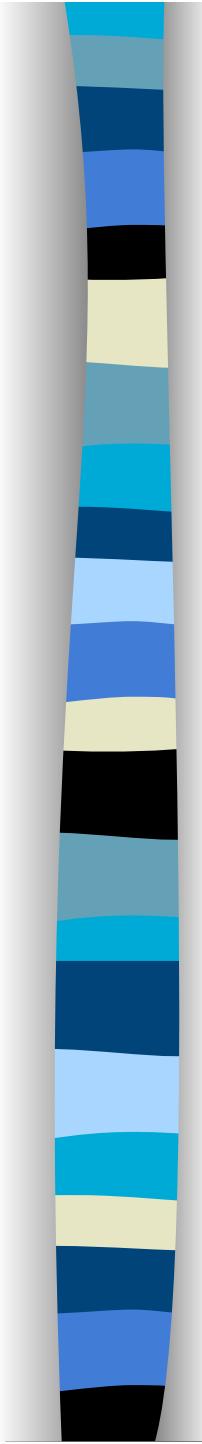


Redes de Computadores



Modelos de Referência

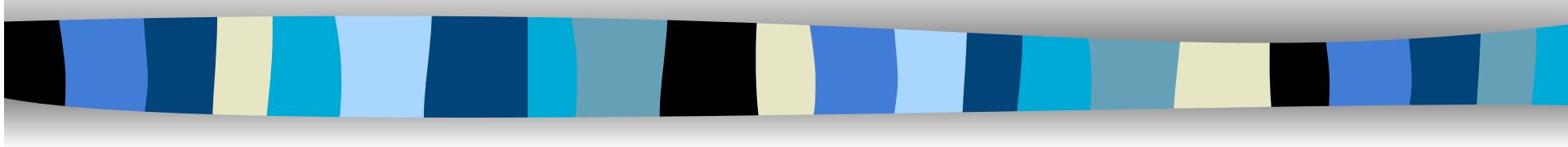
Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco

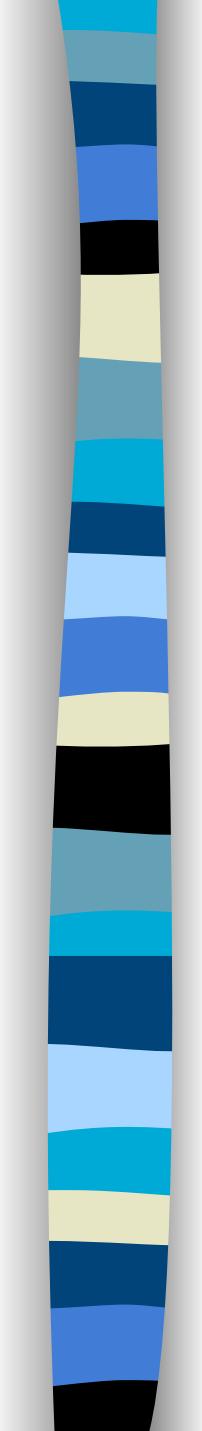


Objetivo

- Mostrar as diversas arquiteturas de redes de computadores focando no modelo de referência OSI (Open System Interconnection), Internet TCP/IP e IEEE 802;
- Visão geral e introdutória dos diversos níveis do modelo de referência OSI da ISO; Analogia com outros modelos.

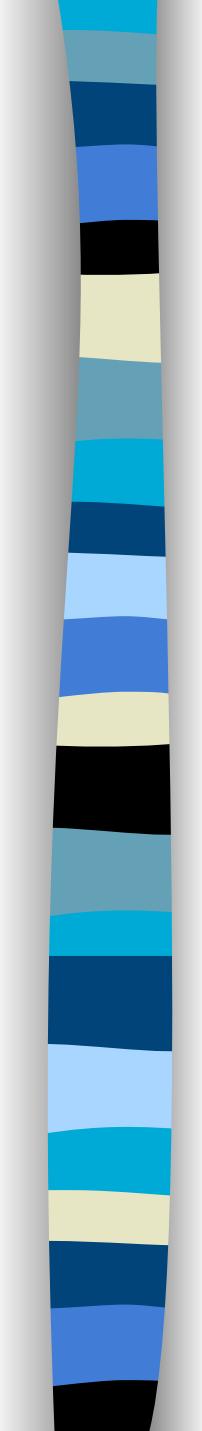
Principais Entidades de Padronização





Principais entidades Padronizadoras

- ISO – International Standard Organization
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ANSI – American National Standard Institute
- CCTI – Consultative Committee International Telegraph and Telephone

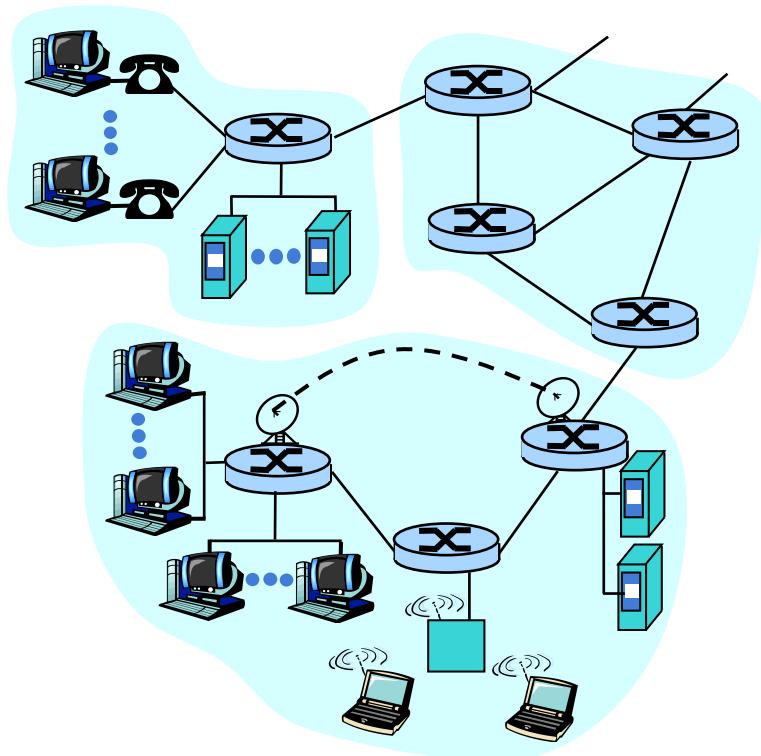


Suas Criações

- IEEE – 802.x
- CCITT – X.25
- ISO – Model ISO, OSI Routing, OSI Transport, CMPI / CMOT
- ANSI – Fiber Distributed Data Interface – FDDI
- EIA – 232 – D, 449, 530 entre outras
- DoD – TCP/IP, GOISP, SNMP

Uma olhada mais de perto na estrutura da rede:

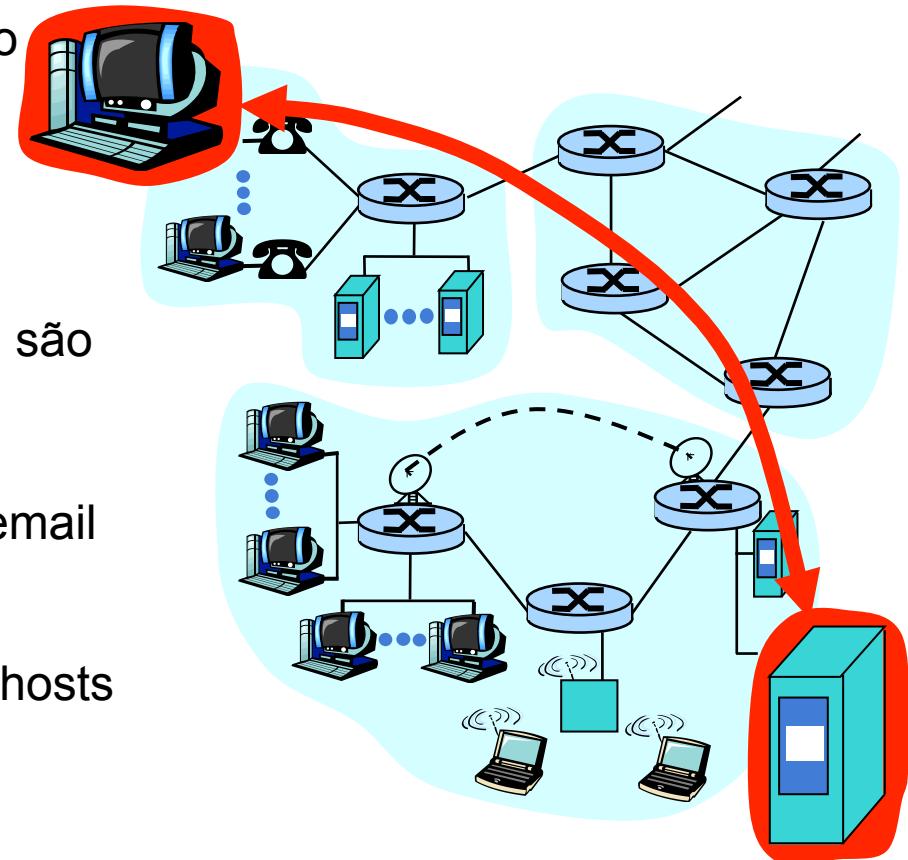
- **Borda da rede:** aplicações e hospedeiros (*hosts*)
- **núcleo da rede:**
 - roteadores
 - rede de redes
- **redes de acesso, meio físico:** enlaces de comunicação



A borda da rede:

Sistemas finais (hosts):

- rodam programas de aplicação
- ex., WWW, email
- na “borda da rede”



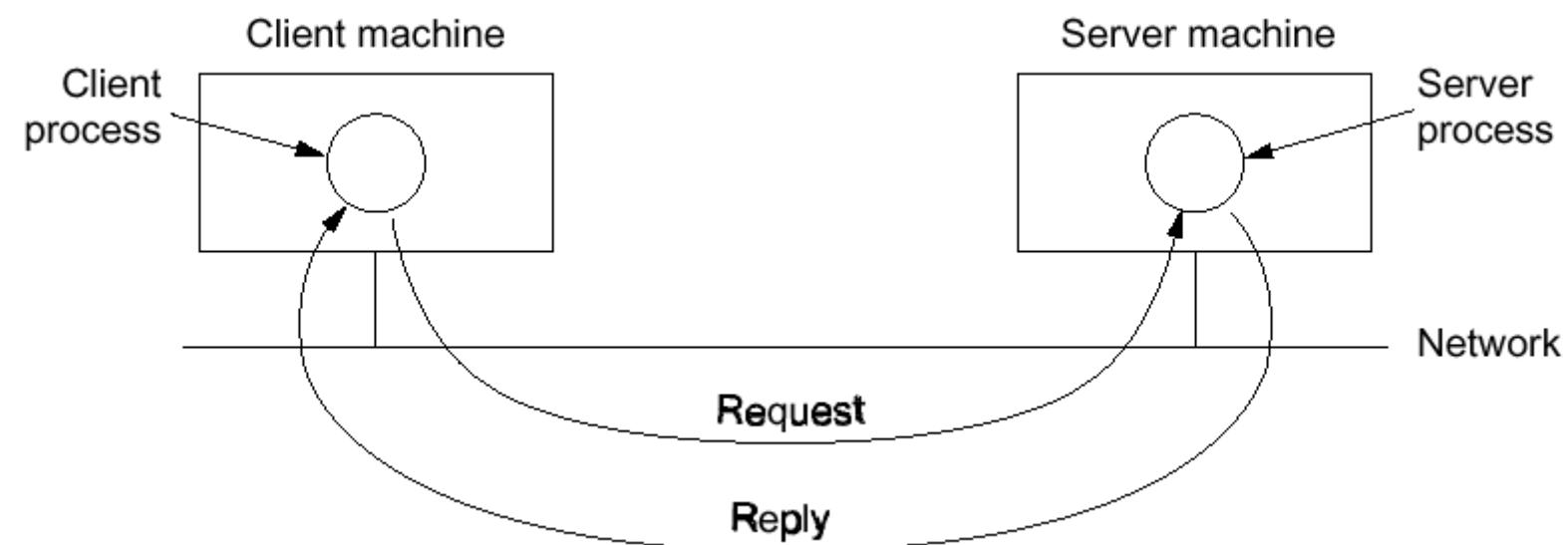
modelo cliente/servidor

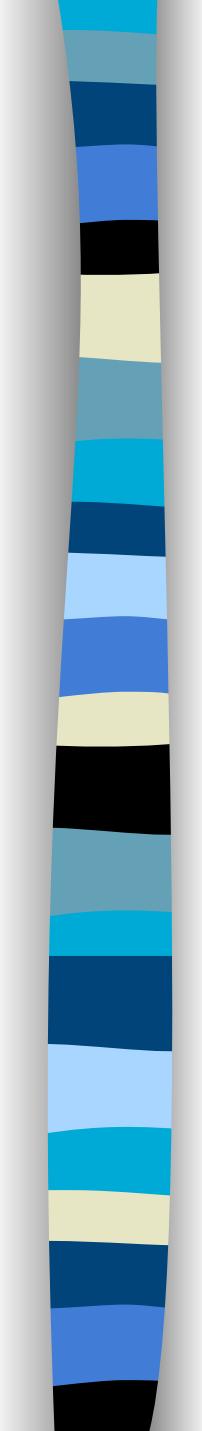
- o host cliente faz os pedidos, são atendidos pelos servidores
- ex., cliente WWW (browser)/servidor; cliente/servidor de email

modelo peer-peer :

- interação simétrica entre os hosts
- ex.: Gnutella, KaZaA

Modelo Cliente-Servidor





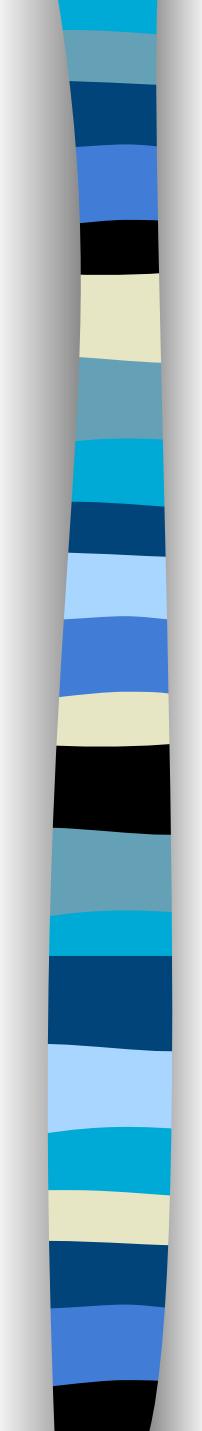
Cliente-Servidor

■ Vantagens

- Recursos partilháveis
- Segurança
- Controle central de arquivos
- Servidores dedicados e otimizados
- Os usuários não se preocupam com a administração

■ Desvantagens

- Custo
 - *Hardware*
 - *Software*
- É necessário um administrador



Peer-to-Peer

■ Vantagens

- recursos partilháveis
- O *setup* é simples
- Sem investimento extra com servidores
- Sem administrador
- Baixo custo para pequenas redes

■ Desvantagens

- Sem organização central
 - Difícil localização de arquivos
 - Duplicações desnecessárias
- Os usuários são os administradores
- Sem segurança

Borda da rede: serviço orientado a conexões

Objetivo: transferência de dados entre sistemas finais.

- ***handshaking:*** inicialização (prepara para) a transf. de dados
 - Alô, alô protocolo humano
 - ***inicializa o “estado”*** em dois hosts que desejam se comunicar

TCP - Transmission Control Protocol

- serviço orientado a conexão da Internet

serviço TCP [RFC 793]

- transferência de dados através de um fluxo de bytes *ordenados e confiável*
 - perda: reconhecimentos e retransmissões
- ***controle de fluxo :***
 - transmissor não inundará o receptor
- ***controle de congestionamento :***
 - transmissor “diminui a taxa de transmissão” quando a rede está congestionada.

Borda da rede: serviço sem conexão

Objetivo: transferência de dados entre sistemas finais

- mesmo que antes!

■ **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]: serviço sem conexão da Internet

- transferência de dados não confiável
- não controla o fluxo
- nem congestionamento

Aplicações que usam TCP:

- HTTP (WWW), FTP (transferência de arquivo), Telnet (login remoto), SMTP (email)

Aplicações que usam UDP:

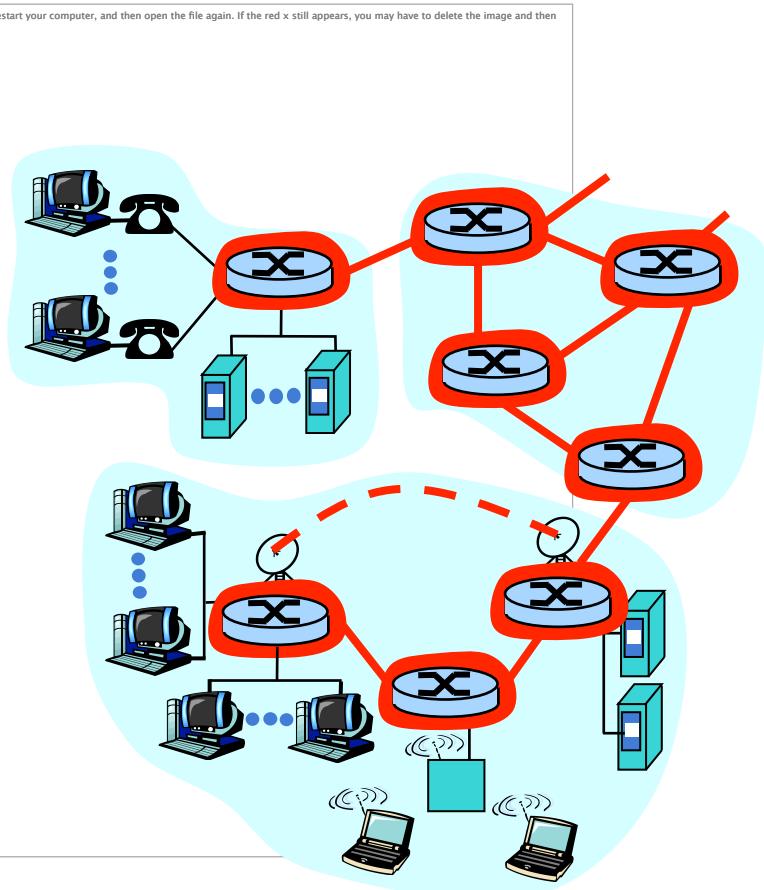
- streaming media, teleconferência, telefonia Internet

O Núcleo da Rede

Malha de roteadores
interconectados

a pergunta fundamental:
como os dados são
transferidos através da
rede?

- comutação de circuitos:
circuito dedicado por
chamada: rede
telefônica
- comutação de pacotes:
os dados são enviados
através da rede em
pedaços discretos.



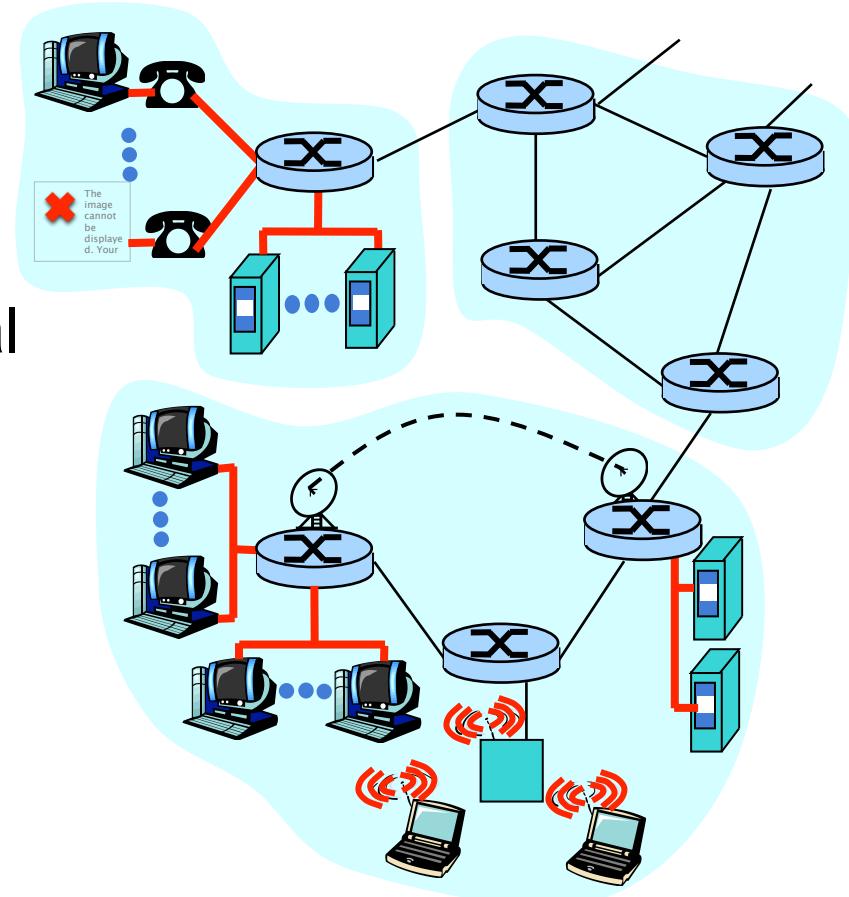
Redes de acesso e meios físicos

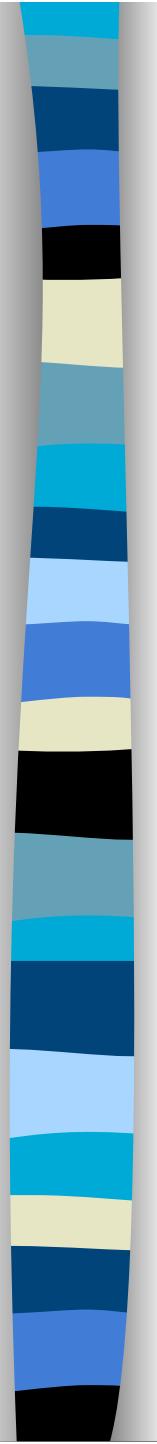
P: Como conectar os sistemas finais aos roteadores de borda?

- redes de acesso residencial
- redes de acesso institucional (escola, empresa)
- redes de acesso móvel

Considere:

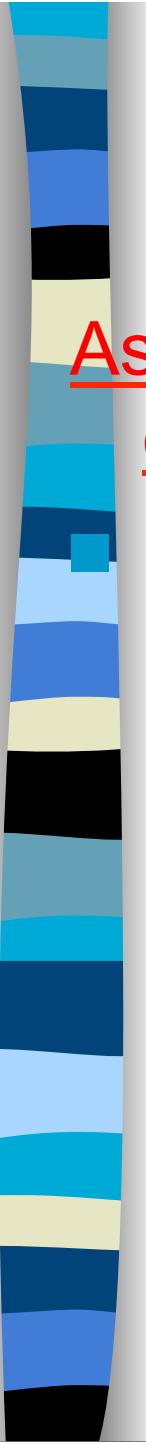
- largura de banda (bits por segundo) da rede de acesso?
- compartilhada ou dedicada?





Meios Físicos

- **enlace físico:** bit de dados transmitido se propaga através do enlace
- **meios guiados:**
 - os sinais se propagam em meios sólidos: cobre, fibra
- **meios não guiados:**
 - os sinais se propagam livremente, ex. rádio



“Camadas” de Protocolos

As redes são complexas!

muitos “pedaços”:

- hosts
- roteadores
- enlaces de diversos meios
- aplicações
- protocolos
- hardware,
software

Pergunta:

Há alguma esperança em conseguirmos *organizar* a estrutura da rede?

Ou pelo menos a nossa discussão sobre redes?

Organização de uma viagem aérea

bilhete (compra)

bagagem (check in)

portão (embarque)

subida

roteamento do avião

bilhete (reclamação)

bagagem (recup.)

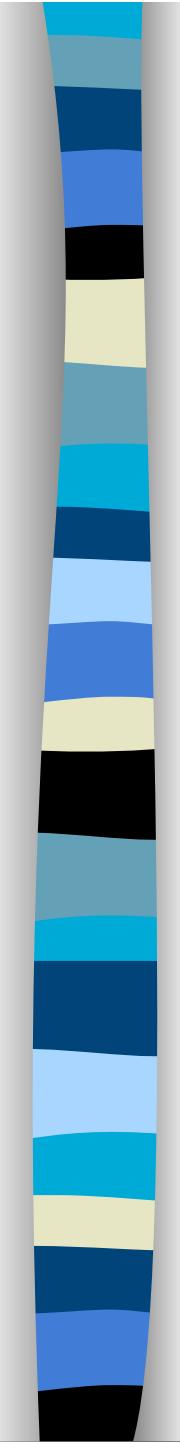
portão (desembarque)

aterrissagem

roteamento do avião

roteamento do avião

- uma série de etapas

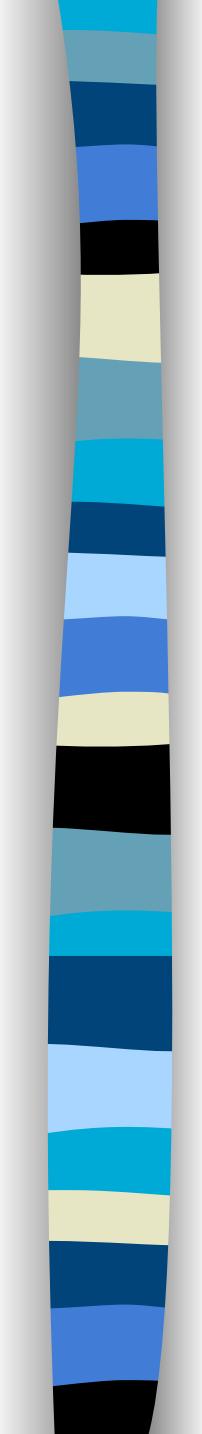


Organização de uma viagem aérea: uma visão diferente

bilhete (compra)	bilhete (reclamação)
bagagem (check in)	bagagem (recup.)
portão (embarque)	portão (desembarque)
subida	aterrissagem
roteamento do avião	roteamento do avião
	roteamento do avião

Camadas: cada camada implementa um serviço

- através de ações internas à camada
- depende dos serviços providos pela camada inferior



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

Implementação distribuída da funcionalidade das camadas

aeroporto de saída

- bilhete (compra)
- bagagem (check in)
- portão (embarque)
- subida
- roteamento do avião

aeroporto de chegada

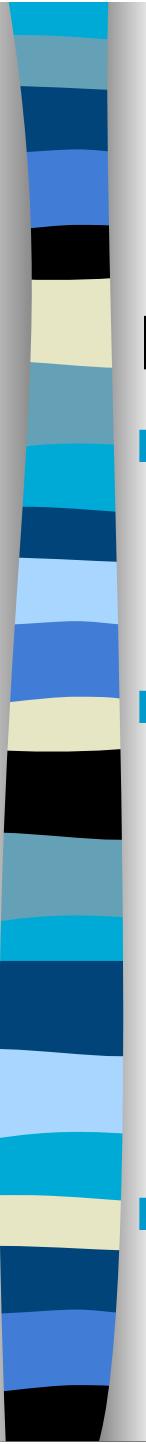
- bilhete (reclamação)
- bagagem (recup.)
- portão (desembarque)
- aterrissagem
- roteamento do avião

localidades intermediárias de tráfego aéreo

roteam. aviões

roteam. aviões

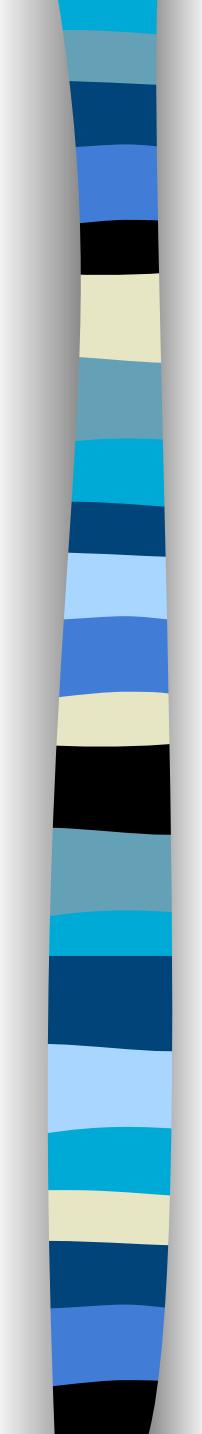
roteam. aviões



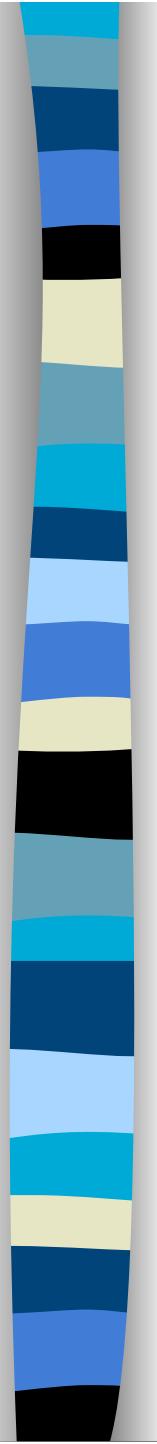
Por que dividir em camadas?

Lidar com sistemas complexos:

- estrutura explícita permite a identificação e relacionamento entre as partes do sistema complexo
 - **modelo de referência** em camadas para discussão
- modularização facilita a manutenção e atualização do sistema
 - mudança na implementação do serviço da camada é transparente para o resto do sistema
 - ex., mudança no procedimento no portão não afeta o resto do sistema
- divisão em camadas é considerada prejudicial?

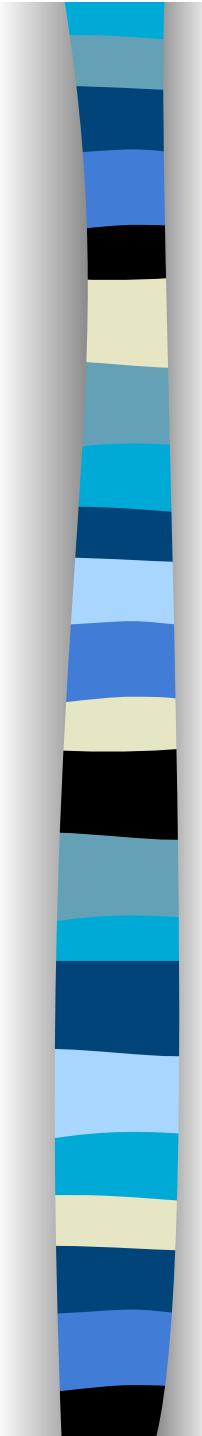


O Modelo OSI



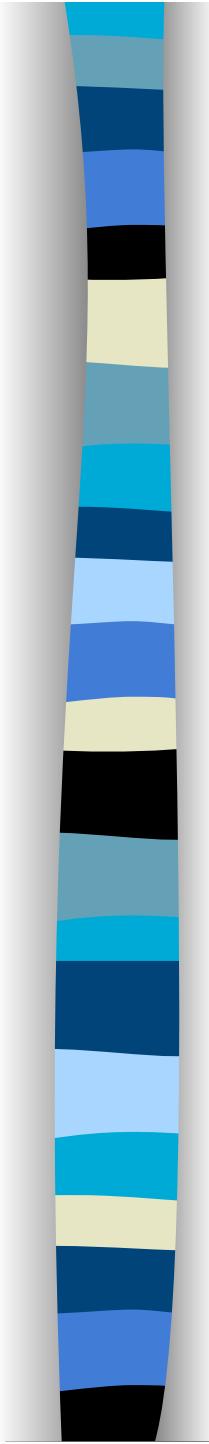
Modelo de Referência OSI/ISO

- ISO - *International Standards Organization*
- RM-OSI/ISO - *Reference Model for Open Systems Interconnection*
 - Não explicita a dispersão geográfica (redes locais e de longa distância).
 - Aplicável a “qualquer” qualidade de comunicação/nível de serviço.
 - Se propõe a tratar todos os aspectos do problema de sistemas abertos.
 - Um sistema aberto é aquele que está aberto à comunicação com outro sistema.

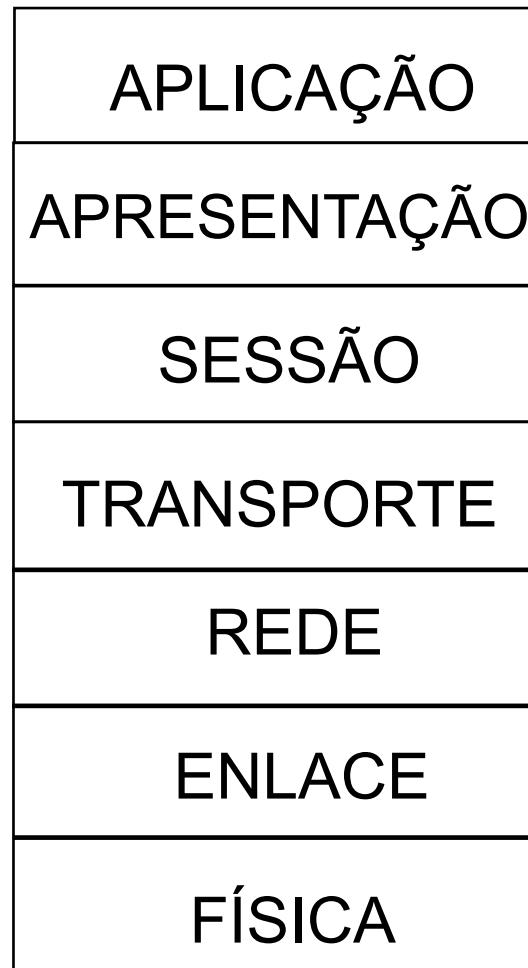


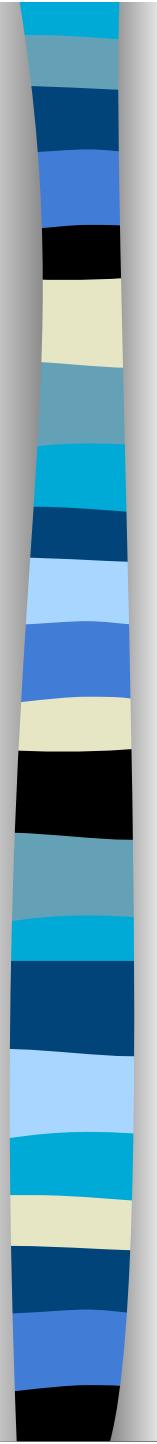
Modelo de Referência OSI/ISO

- ◆ A idéia NÃO é:
 - Servir como especificação de implementação
 - Ser base para conformar implementações já existentes
 - Fornecer níveis de detalhes suficiente para a definição precisa dos serviços e protocolos da arquitetura proposta
 - ◆ A idéia é:
 - Esquema conceitual que permita o trabalho de forma produtiva e independente no desenvolvimento de padrões => SÓ DIZ O QUE FAZER E NÃO COMO FAZER

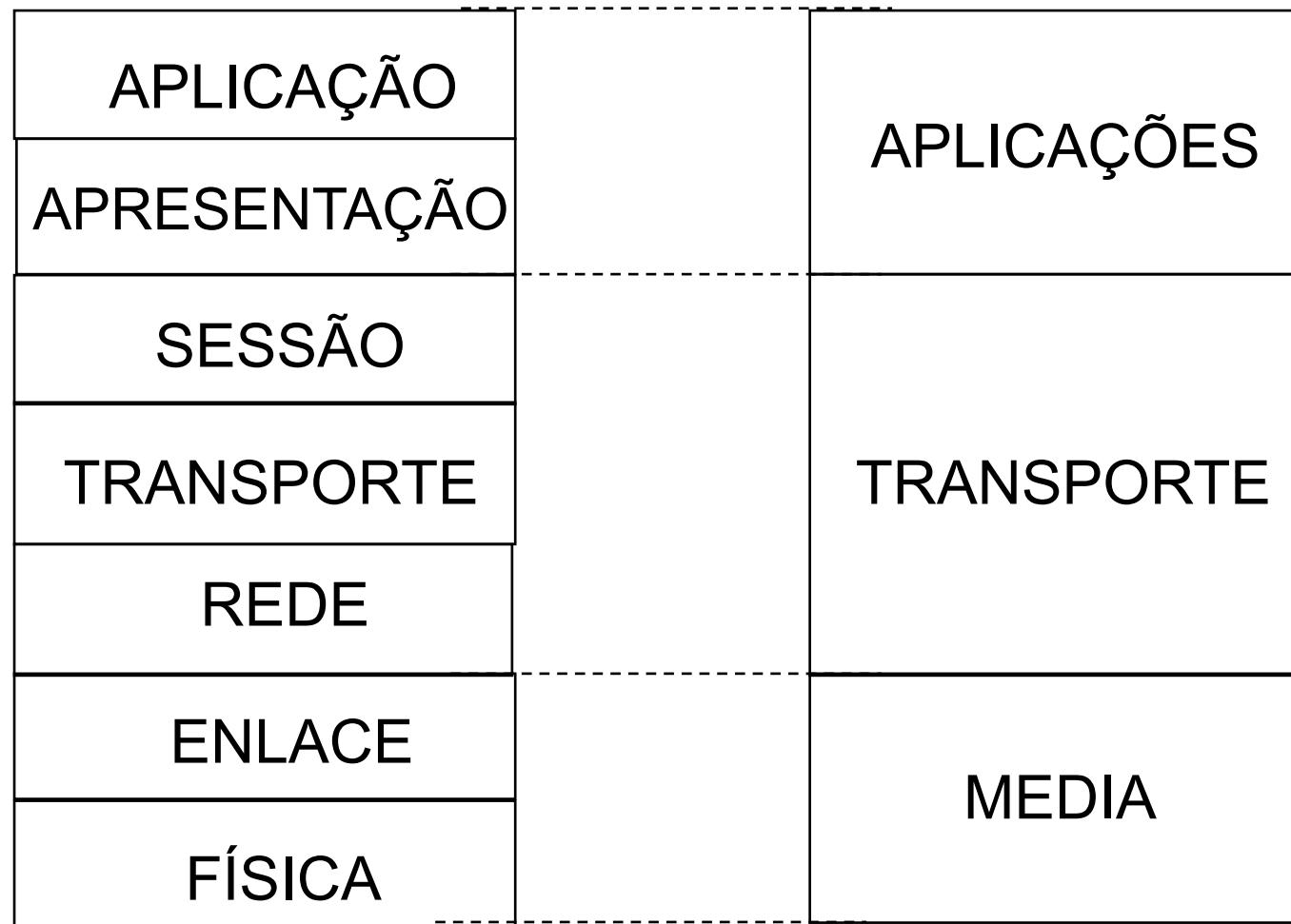


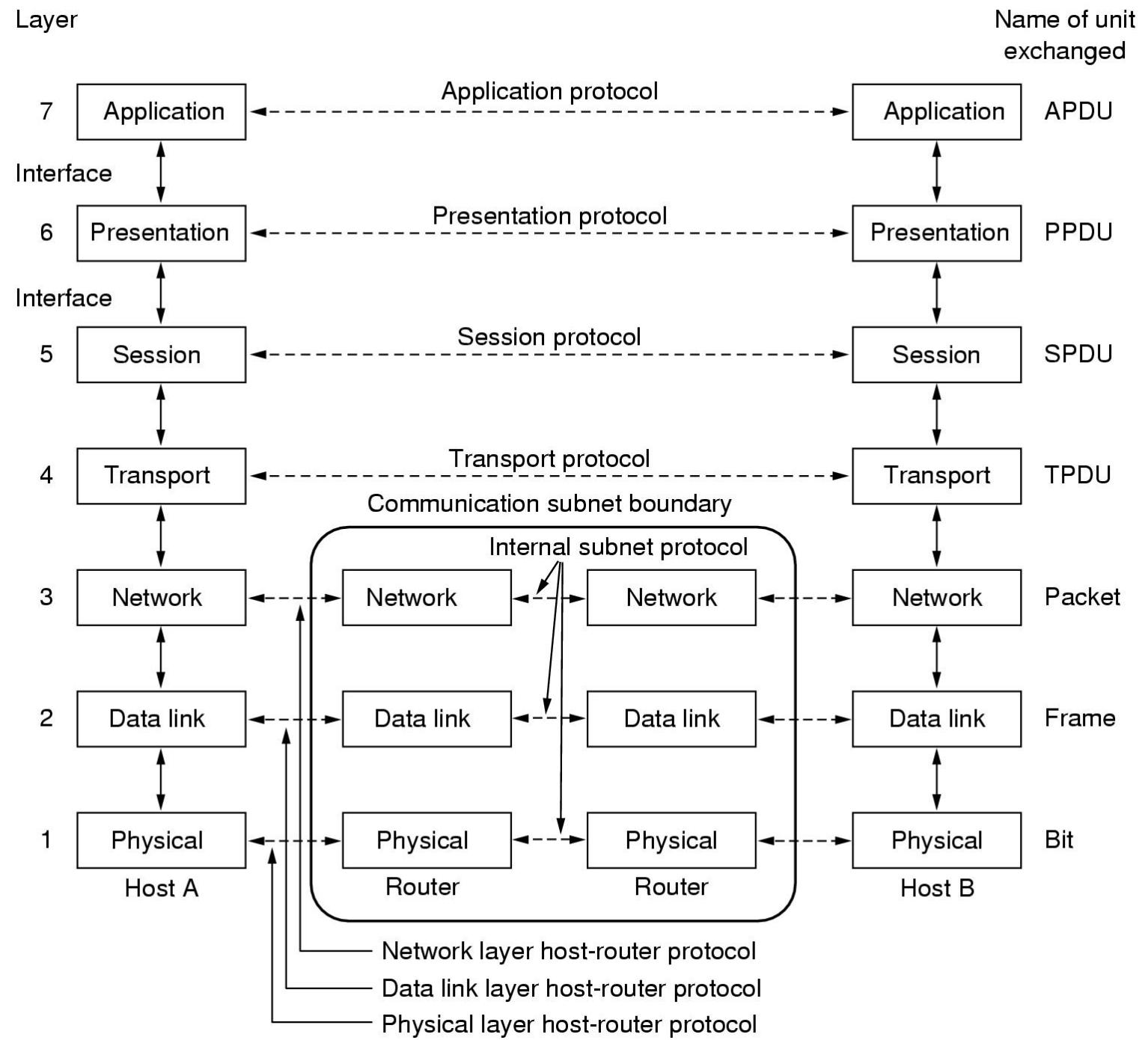
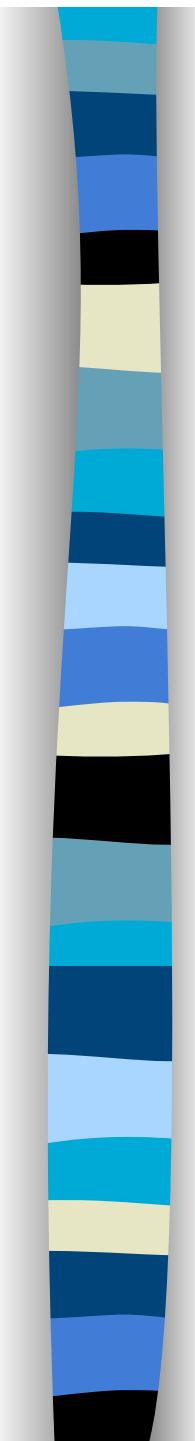
As 7 Camadas do RM-OSI/ISO

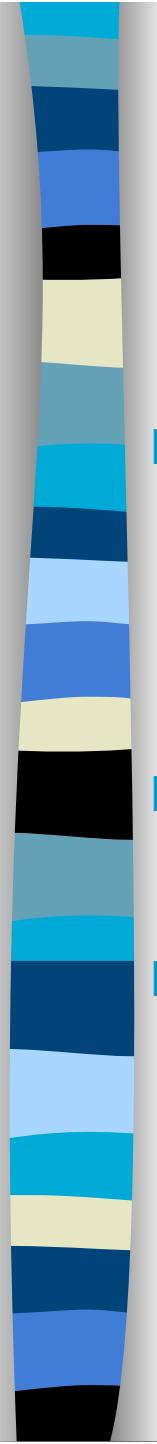




Visão Simplificada do RM-OSI/ ISO



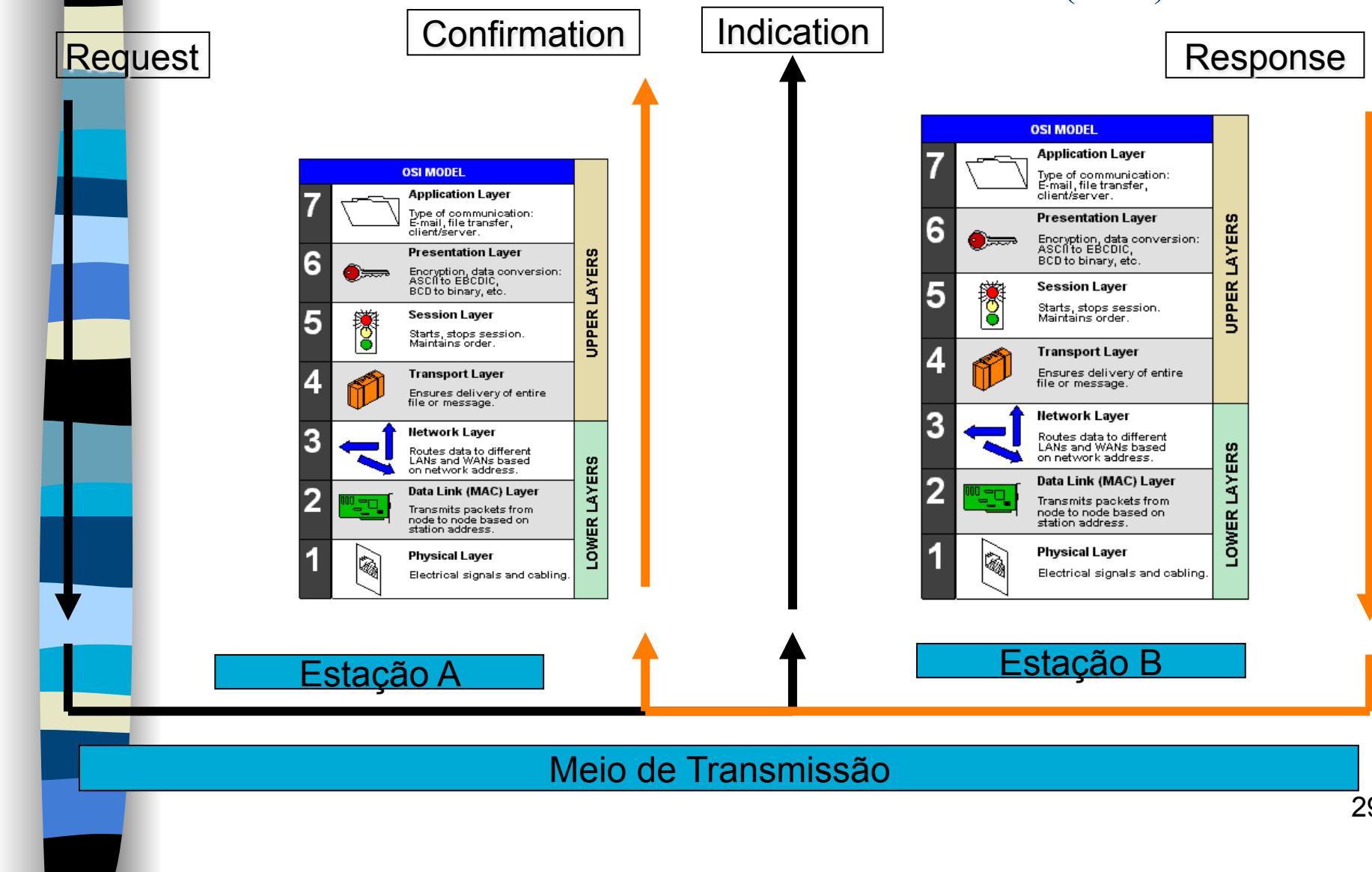


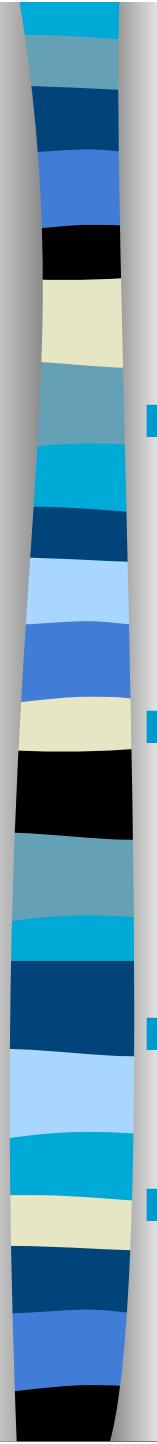


As Camadas do Modelo

- O modelo separa as funcionalidades e as capacidades de arquitetura de rede em *camadas*. Define também os termos e objetos que são palavras reservadas no mundo das redes.
- As camadas definem desde aspectos físicos até aspectos abstratos da aplicação.
- O modelo OSI é constituído de sete camadas: *Aplicação, Apresentação, Sessão, Transporte, Rede, Enlace e Física*.

As Camadas do Modelo (cont.)

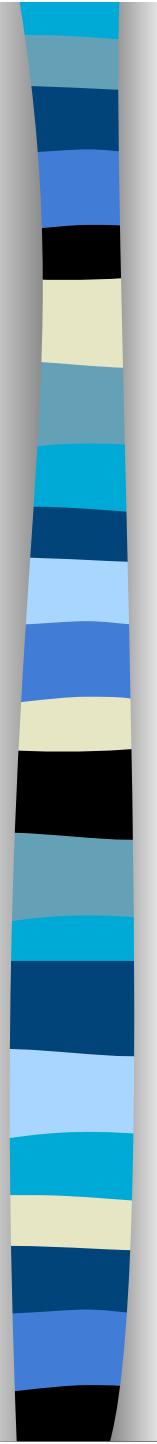




As Camadas do Modelo

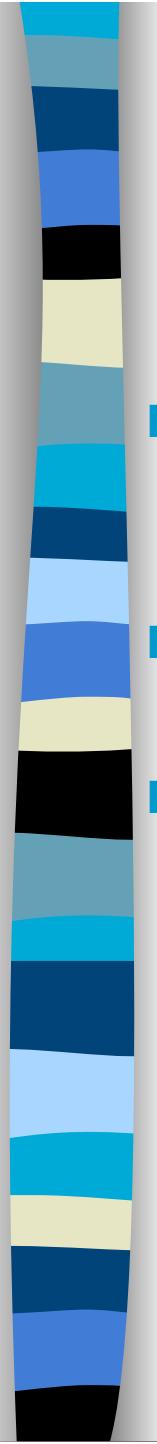
(cont.)

- Camadas superiores
 - Prestam serviços relacionados com a natureza da aplicação. Tratam de aspectos de *interoperação de aplicações*. 5, 6 e 7
- Camadas inferiores
 - Possibilitam a interconexão de sistemas ou equipamentos individuais. Estão relacionadas a aspectos de *transmissão e interconexão*. 1,2 e 3
- Camada de transporte - 4
 - Provê *comunicação fim-a-fim* entre aplicações.
- Interface entre as camadas de transporte e sessão
 - Independente do tipo de sub-rede a ser utilizada e do tipo de aplicação a ser suportada.



Princípios do Modelo OSI

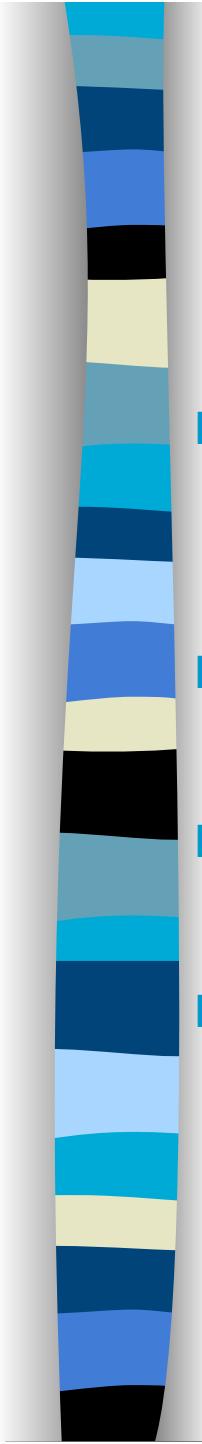
- Não criar um número muito grande de camadas para não fazer com que a tarefa de descrever e integrar as camadas fique mais complexa do que o necessário.
- Criar uma fronteira num ponto onde a descrição dos serviços possa ser pequena e o número de interações através da fronteira seja minimizado (isto é, as fronteiras entre as camadas devem ser escolhidas de forma a minimizar o fluxo de informações através das interfaces).
- Criar camadas separadas para manipular funções que são manifestamente diferentes no processo ou na tecnologia envolvida.



Princípios do Modelo OSI

(cont.)

- Agrupar funções similares em uma mesma camada (cada camada deve desempenhar uma função bem definida);
- Criar uma fronteira onde a experiência do passado tem demonstrado ser necessária essa separação.
- Criar uma camada com funções facilmente localizadas de modo que a camada possa ser totalmente redesenhada e seus protocolos alterados drasticamente para tirar vantagem dos novos avanços em arquitetura, hardware, ou tecnologia de software, sem alterar os serviços providos para (esperados das) camadas adjacentes .



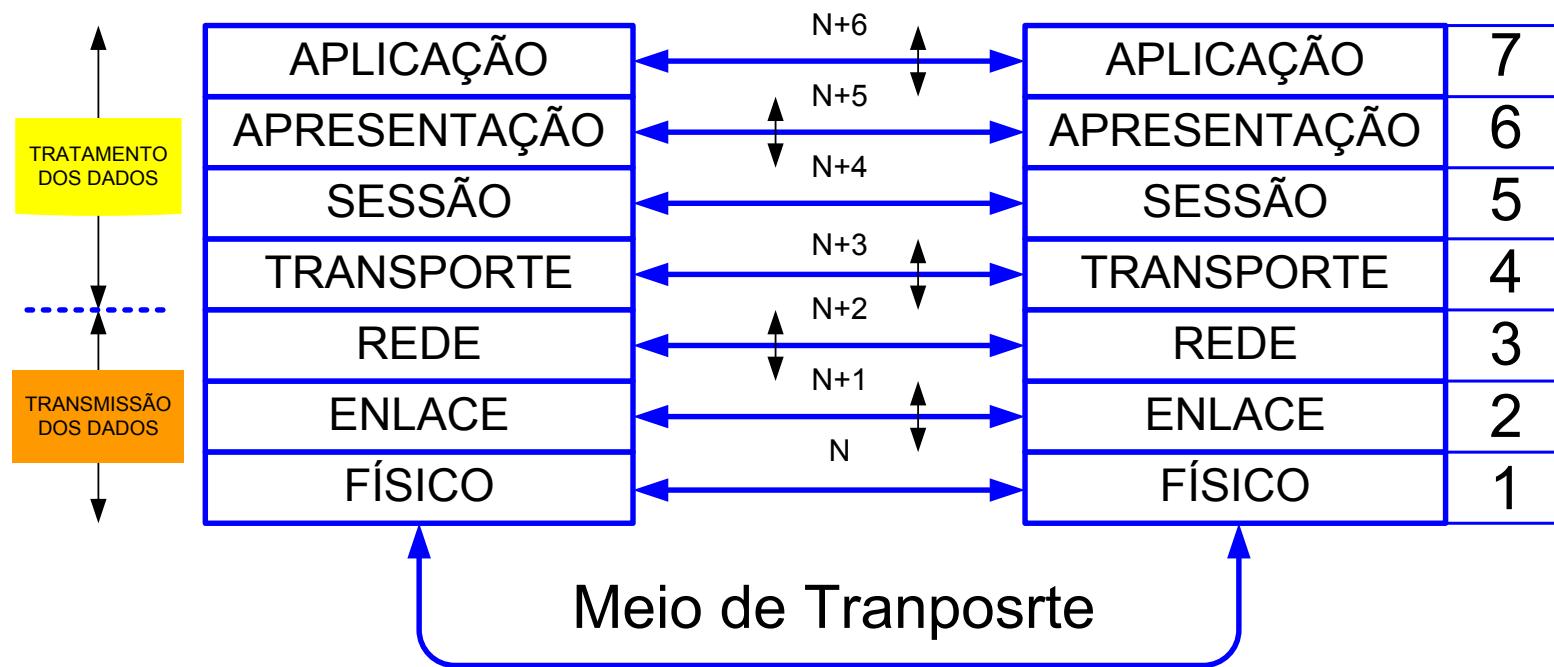
Princípios do Modelo OSI

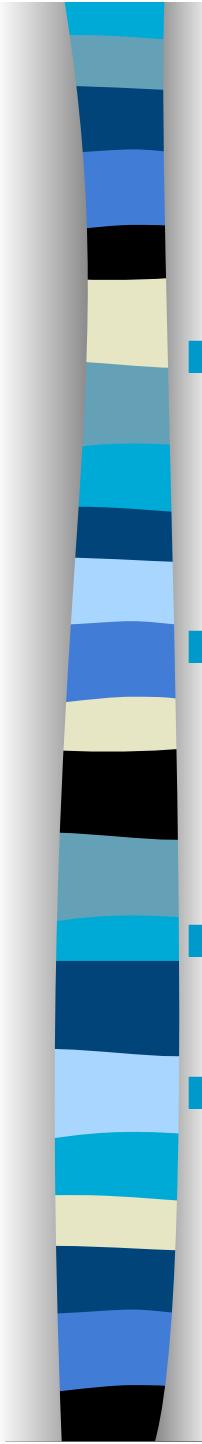
(cont.)

- Criar uma fronteira onde possa ser útil em algum momento do futuro se ter a interface correspondente padronizada.
- Criar uma camada onde seja necessário um nível de abstração diferente na manipulação dos dados.
- Permitir alterações de funções ou protocolos dentro de uma camada sem afetar as outras.
- Criar, para cada camada, fronteiras somente com a sua camada superior e inferior.

Entidades da Camada

- No OSI as camadas parceiras se comunicam através de um objeto chamado *entidade da camada*.
- As entidade podem ser elementos de *software* ou de *hardware*.
- Entidade é um termo que significa uma capacidade de comunicação (por exemplo, protocolo IP, protocolo TCP, um elemento roteador, etc).

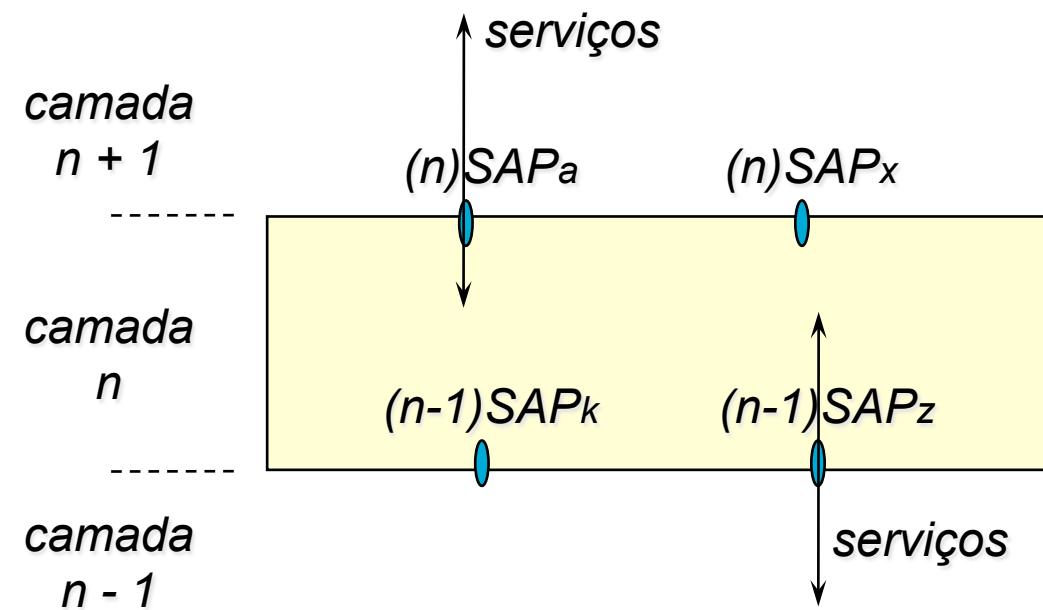




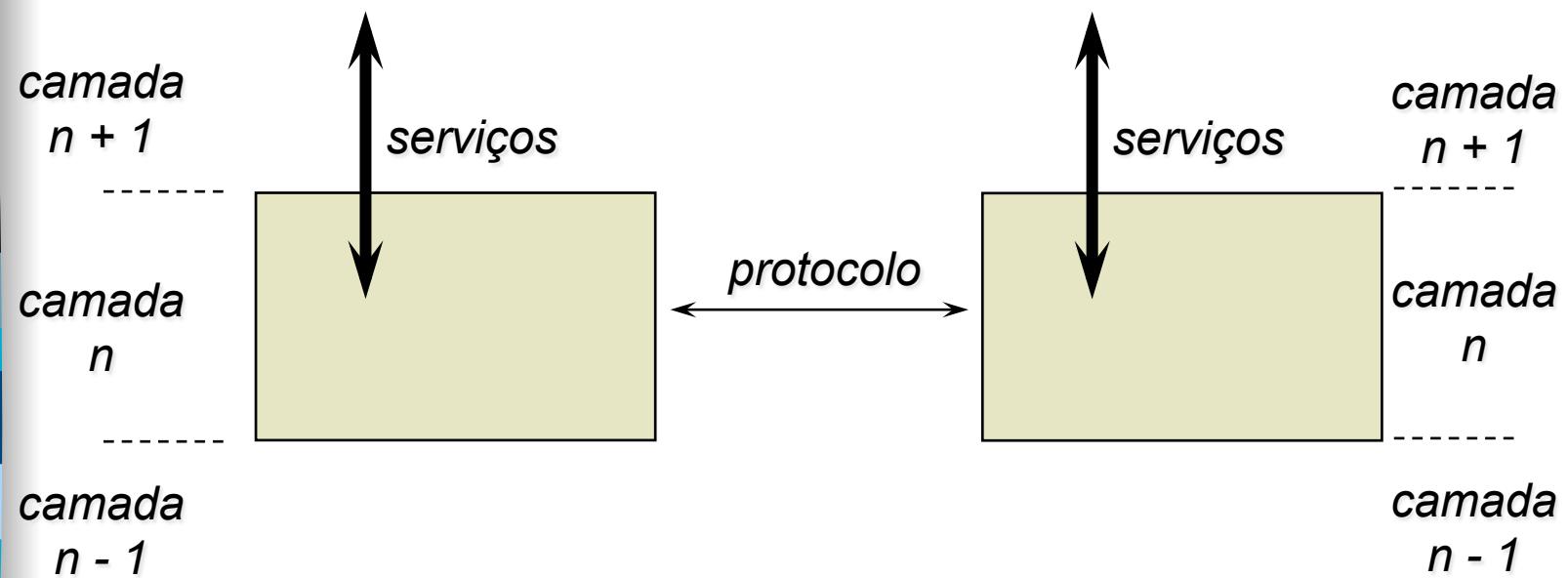
Serviços

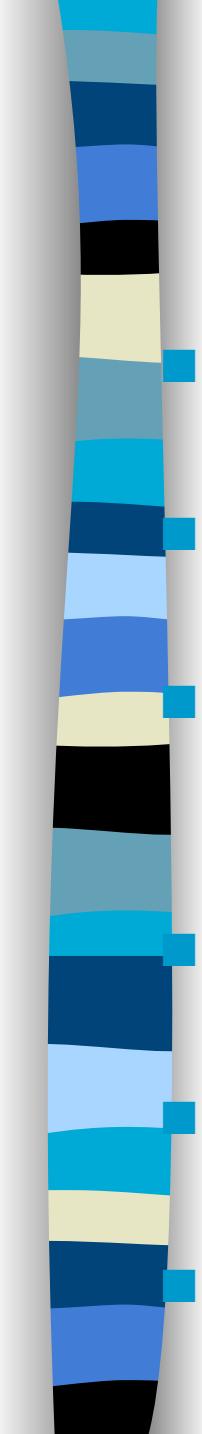
- A comunicação entre camadas é feita através da requisição de (e da resposta a) serviços. Cada camada é responsável por um conjunto de serviços (serviço = o que).
- Serviços são solicitados (respondidos) através de pontos específicos localizados nas interfaces entre as camadas, denominados de *Pontos de Acesso a Serviços* (SAP's - Service Access Points).
- A prestação de serviços é o que justifica a existência de uma camada.
- Uma camada (N) fornece serviços a uma camada (N+1) através da invocação de *primitivas de serviço* (ex: *connect*, *abort*, *data*).

Comunicação entre Camadas



Comunicação entre Camadas Parceiras

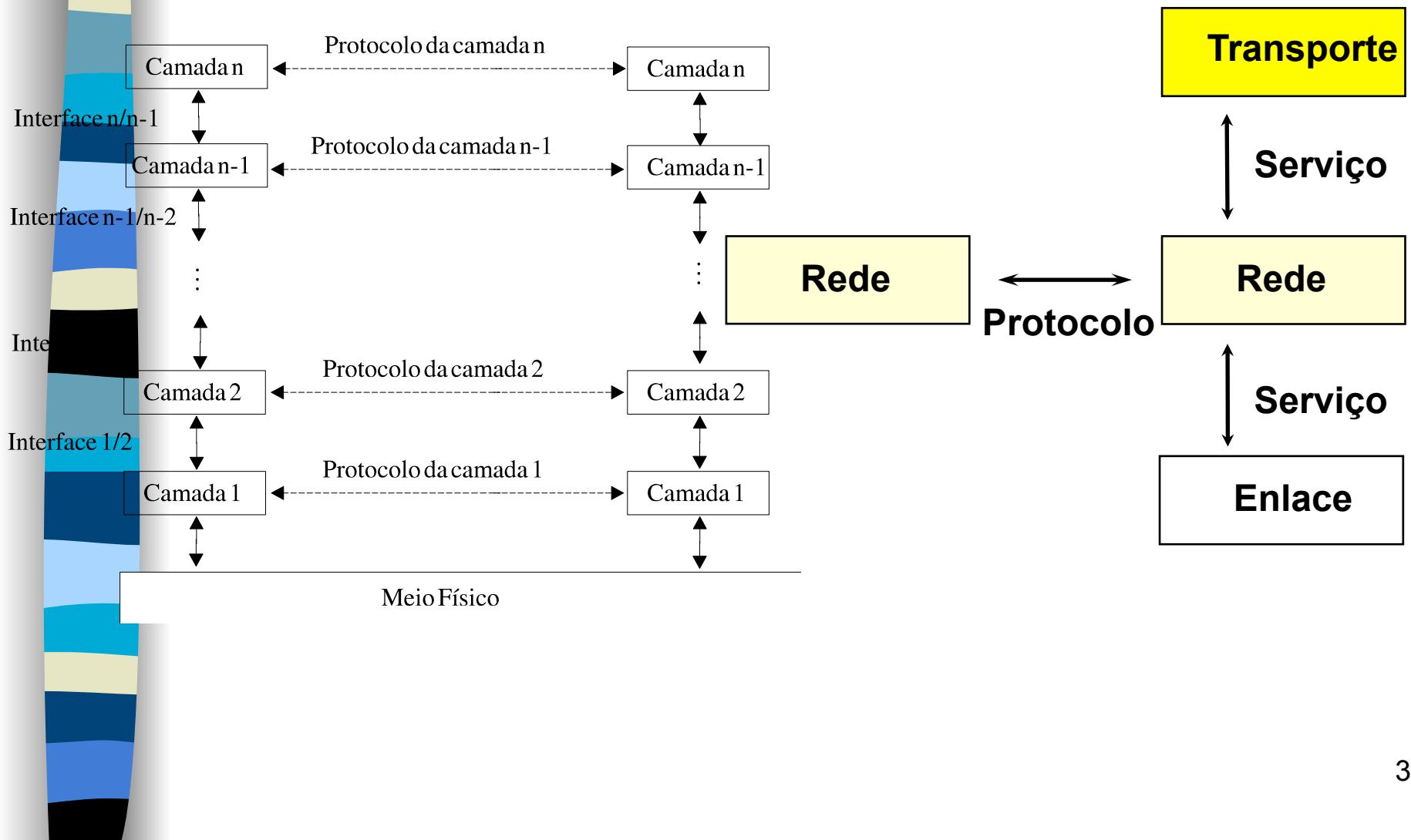




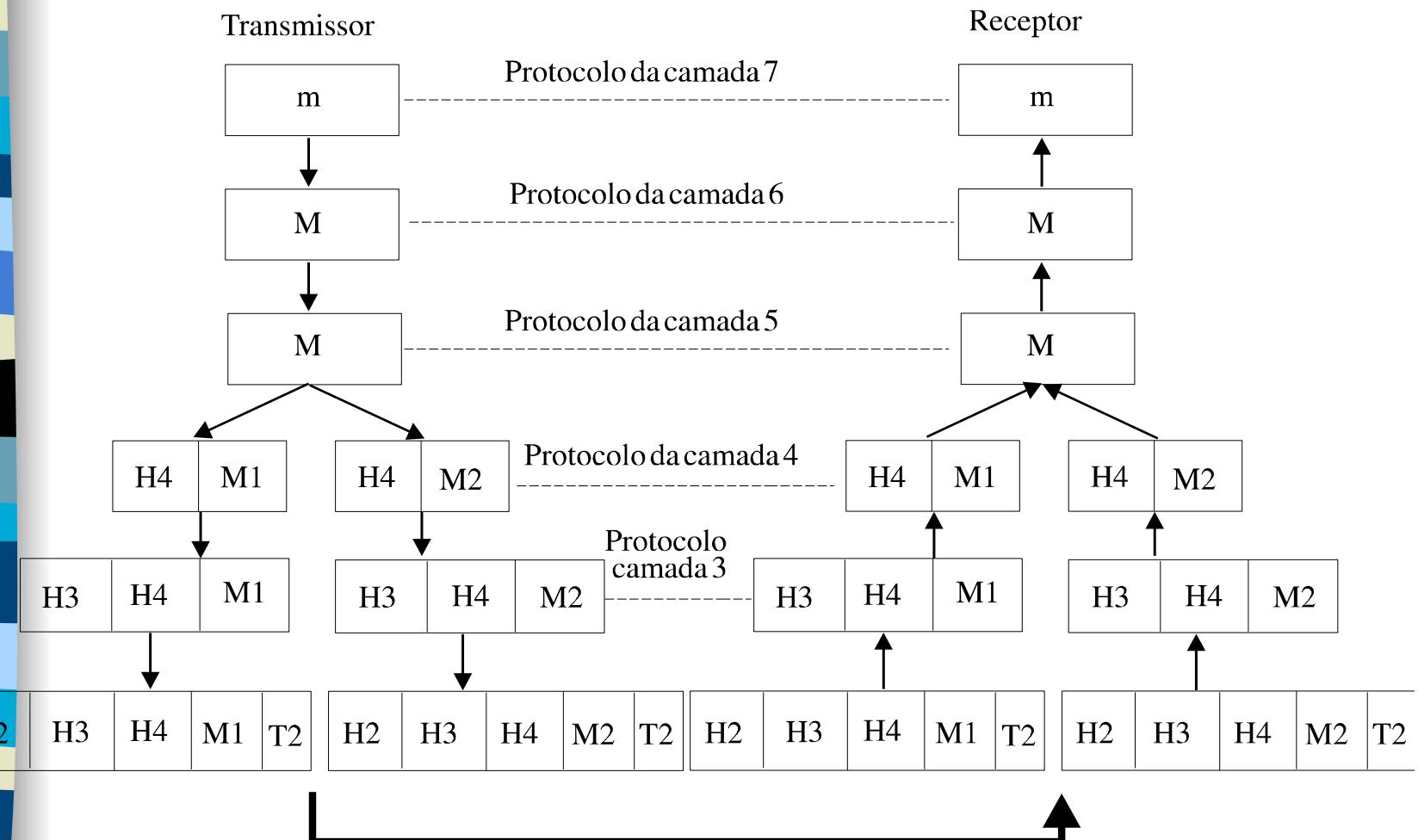
Protocolos

- A comunicação entre camadas de mesmo número em nós distintos é feita através de *protocolos*.
- Protocolos são um conjunto de regras que governa a interação em sistemas distribuídos.
- Os protocolos existem como forma de viabilizar a prestação de serviços pelas camadas (protocolo = *como*).
- Para que dois parceiros se comuniquem eles devem especificar o mesmo protocolo.
- Serviços têm caráter “vertical”, enquanto os protocolos têm caráter “horizontal”.
- Os protocolos adicionam informações às primitivas gerando primitivas maiores.

Camadas Pares (*Peer-to-Peer*) Protocolos x Serviços

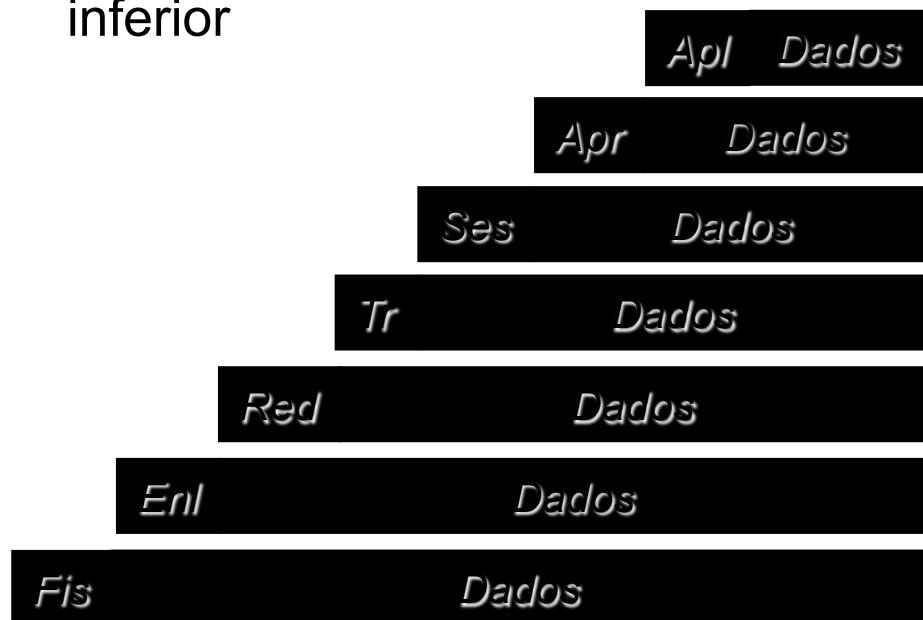
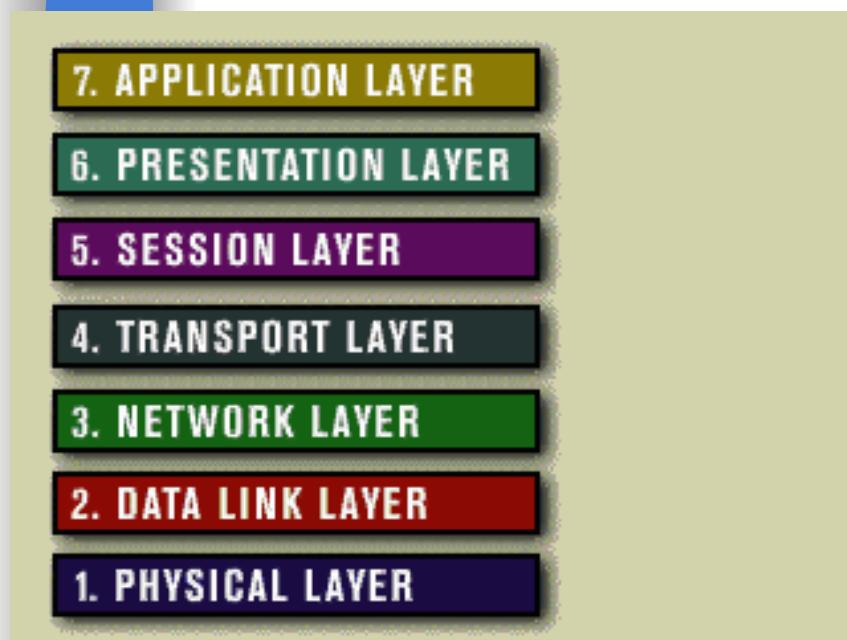


Funcionamento

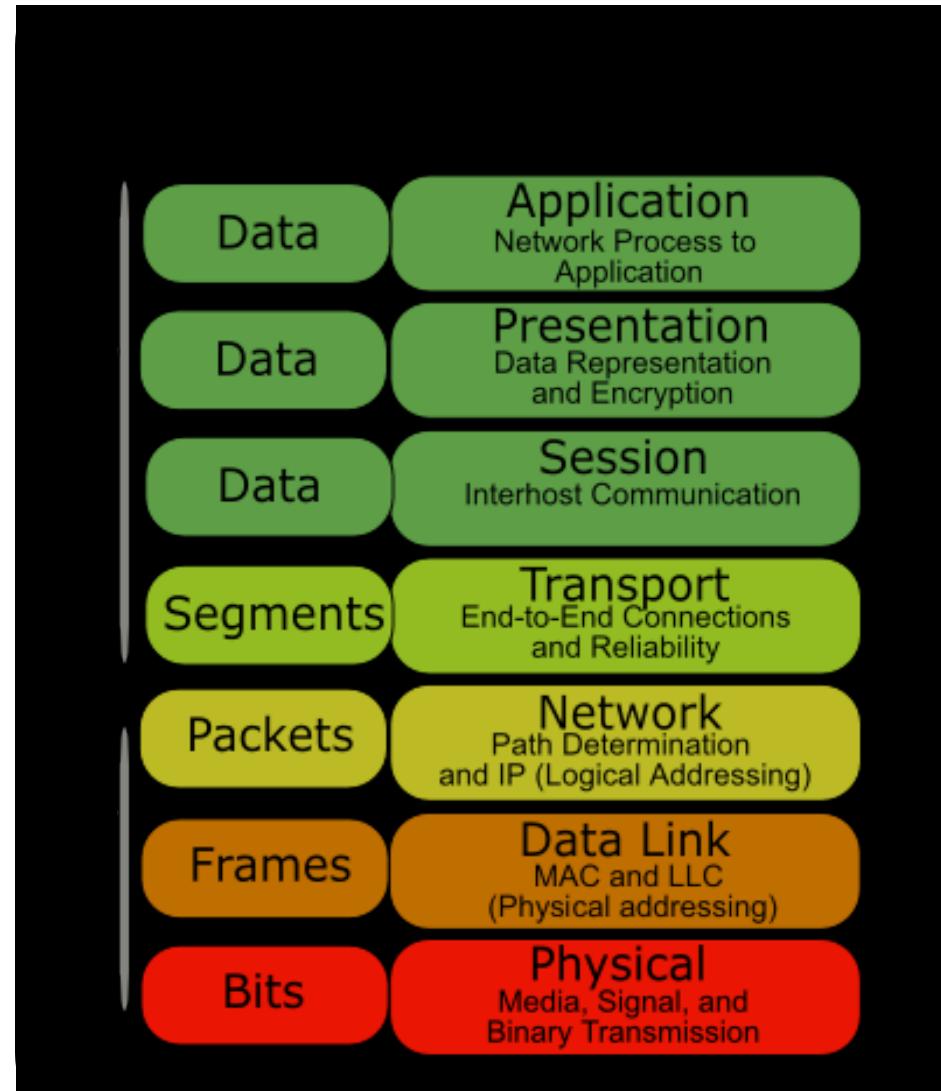


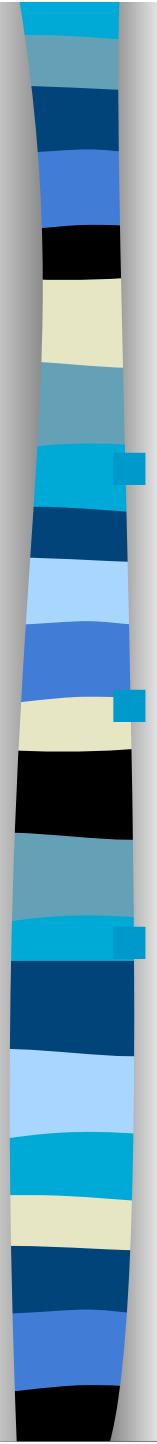
Encapsulamento dos Dados

- Os serviços de uma camada recebem o respectivo protocolo e são passados, através do SAP, à camada inferior



Encapsulamento dos Dados (cont.)





Elementos de um Protocolo

Sintaxe:

- Inclui aspectos como formato dos dados e níveis de sinal.

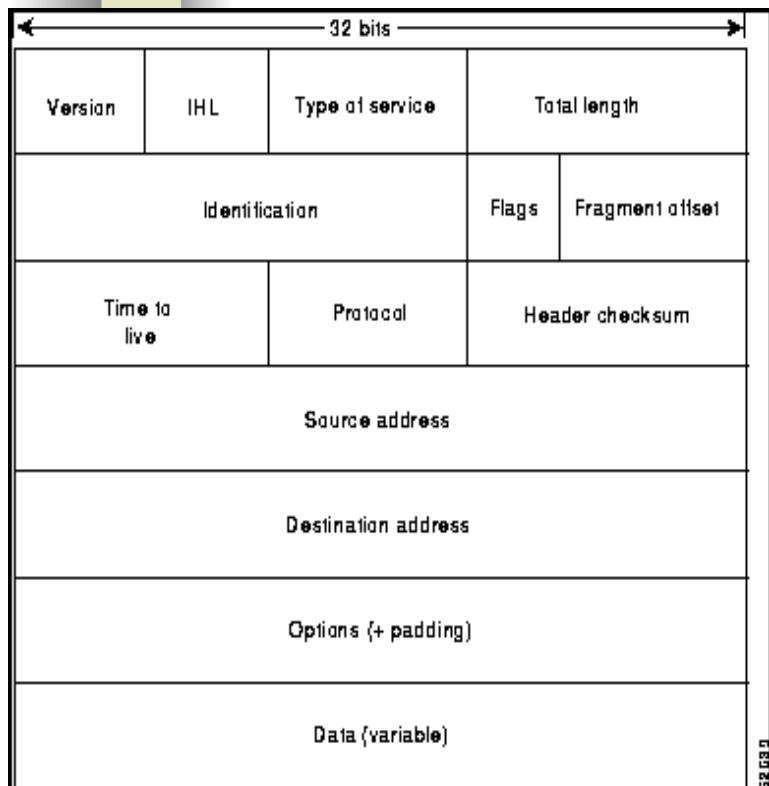
Semântica:

- Inclui informação de controle para coordenação e manipulação de erros.

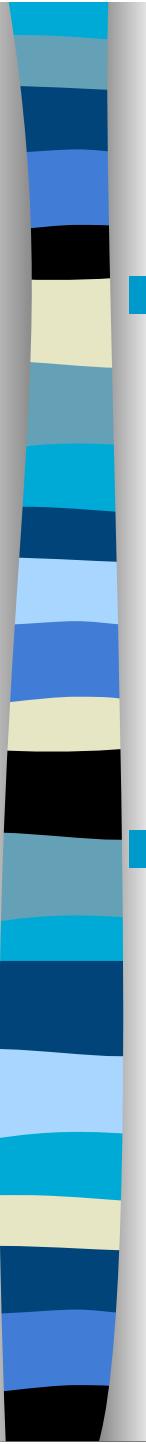
Temporização:

- Inclui aspectos temporais envolvidos na troca de dados entre transmissor e receptor.

Exemplo – Protocolo IP



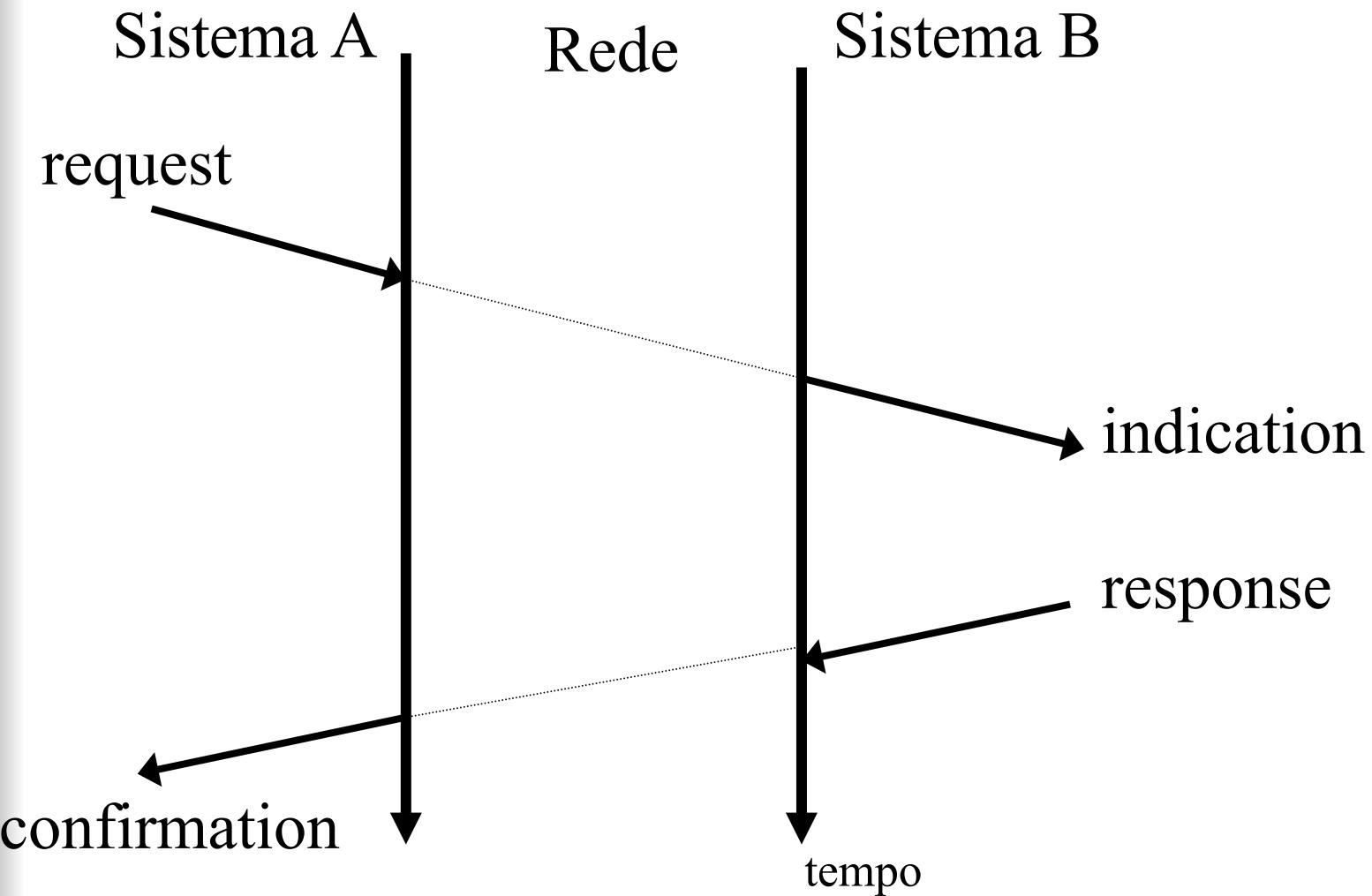
- Version – Versão do IP Utilizado – 4 bits
- IHL – Tamanho do cabeçalho IP – 4 bits
- Type of Service – Tipo do serviço – 8 bits
- Total Length – Tamanho total do pacote IP – 16 bits
- Identification – Numero que identifica o Datagrama – 16 bits
- Flags e Fragment Offset – Indicador de fragmentação ou não da mensagem 3 ou 13 bits
- Time do Live – Estipula o tempo máximo que um pacote tem para encontrar o seu destino na rede – 8 bits
- Protocol – Especifica o protocolo do nível superior como o TCP ou UDP – 8 bits
- Header Checksum – Faz o controle de erros apenas do header (Cabeçalho) do pacote IP – 16 bits
- Source e Destination Address – Endereços de Origem e Destino do pacote IP – 32 bits cada
- Data – Dados efetivamente transportados – 1500 bytes para redes Ethernet

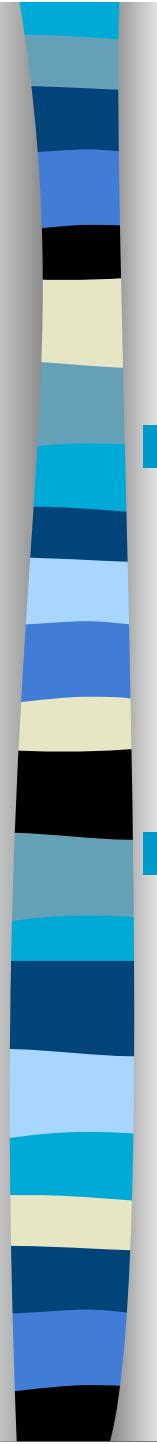


Primitivas de Serviço

- Do ponto de vista abstrato, as primitivas, podem ser:
 - *Requisição*: quando um serviço é requisitado para ser desempenhado no parceiro.
 - *Resposta*: quando, uma vez desempenhado pelo parceiro, é gerada uma resposta ao serviço requisitado.
- As primitivas podem conter duas situações possíveis:
 - Primitivas de Requisição:
 - No instante em que é enviada para a rede: “*request*”.
 - No instante que a requisição chega no parceiro: “*indication*”.
 - Primitivas de Resposta:
 - No instante em que é enviada: “*response*”.
 - No instante que chega no requisitante: “*confirmation*”.

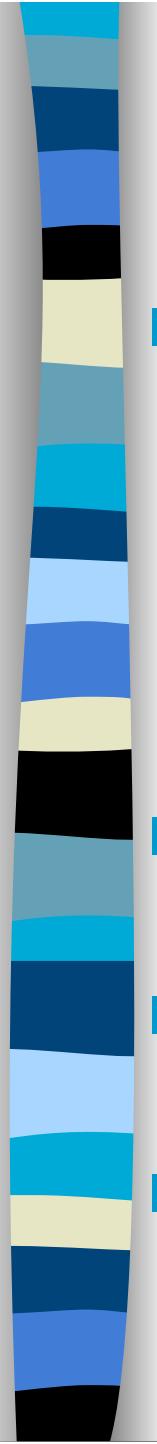
Representação das Primitivas





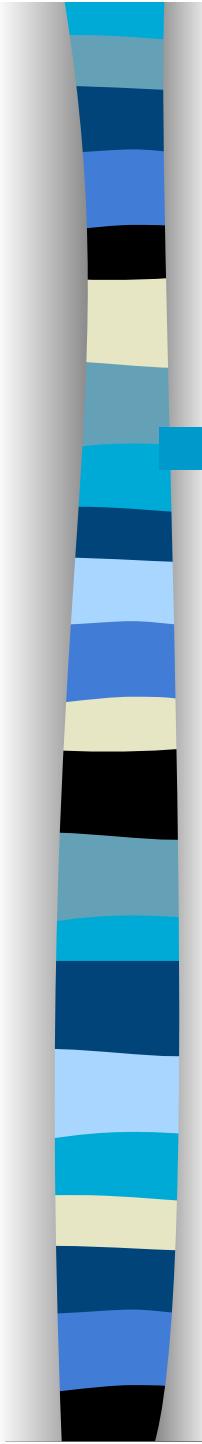
Grupos de Serviços

- Serviços confirmados:
 - São serviços que contém as quatro fases da primitiva (*request*, *indication*, *response*, *confirmation*).
- Serviços não-confirmados:
 - São serviços que especificam apenas as fases de *request* e *indication*.



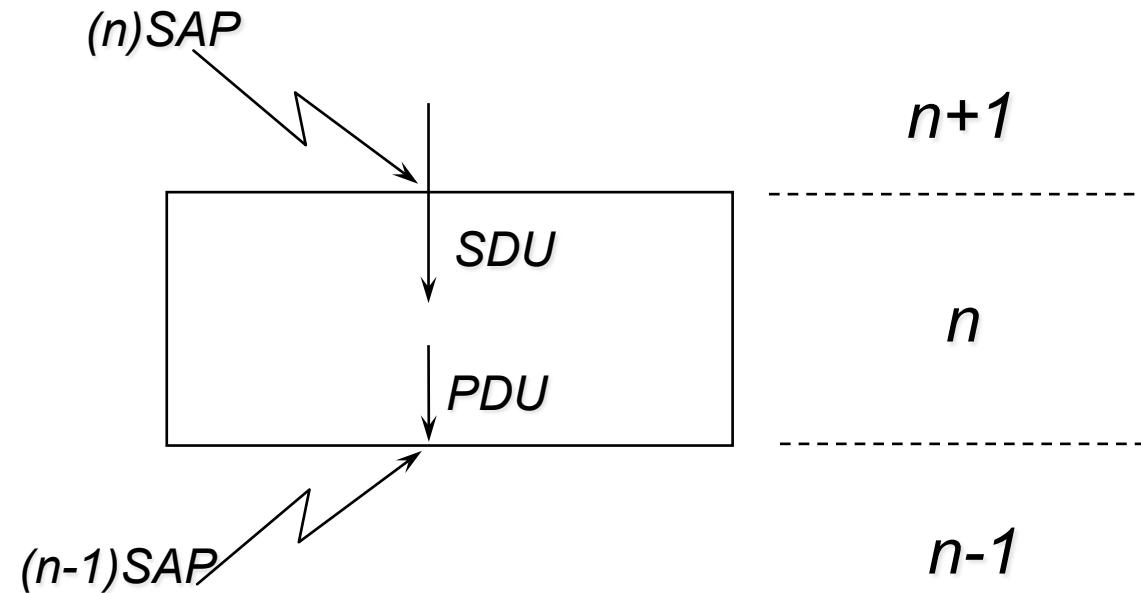
PDU e SDU

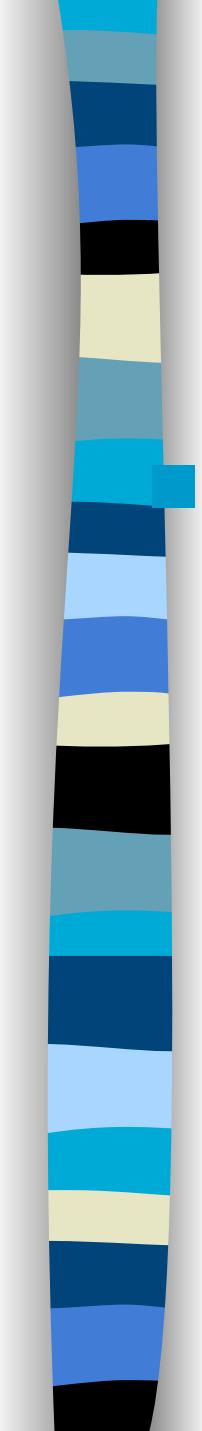
- Quando uma camada ($N+1$) requisita um serviço à camada (N), neste instante ela está enviando um conjunto de *bytes* que pode ser dividido em:
 - Cabeçalho: a parte do protocolo da camada ($N+1$);
 - Conteúdo: a parte de dados da camada ($N+1$).
- PDU (*Protocol Data Unit*) = cabeçalho + conteúdo.
- A PDU da camada ($N+1$) se encaixa na parte de dados da camada (N).
- Assim que a PDU ultrapassa a fronteira entre as camadas ($N+1$) e (N) ela recebe um novo nome na camada (N): SDU (*Service Data Unit*)¹⁸



PDU e SDU

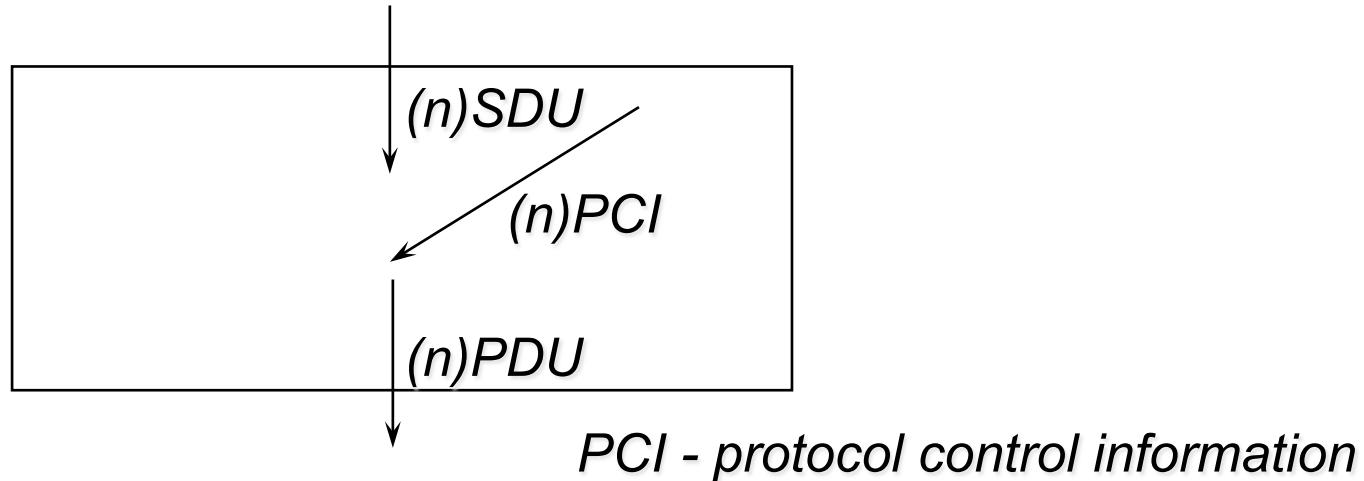
Transformação da primitiva:

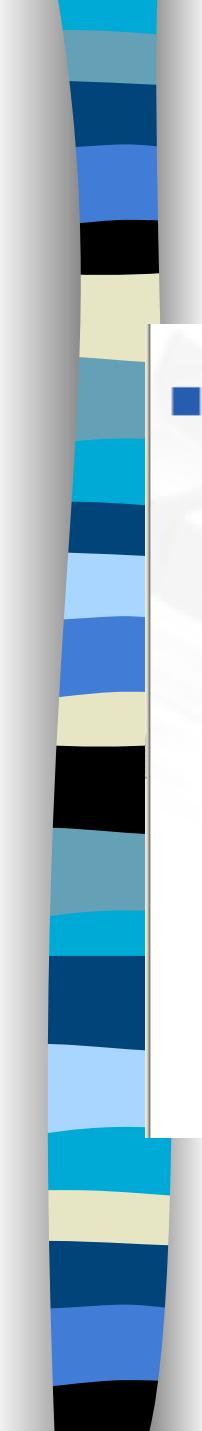




PDU e SDU

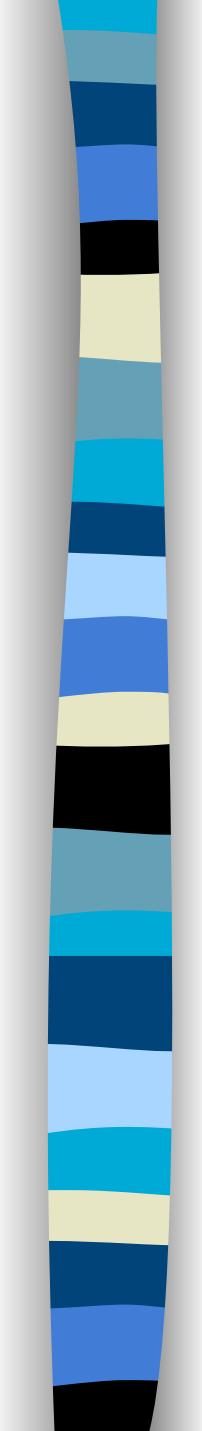
$$(n)PDU = (n)SDU + (n)\text{protocol}$$





PDU e SDU

- Considerações arquiteturais
 - Uma SDU pode gerar várias PDUs
 - As camadas inferiores, devido às limitações dos meios de transmissão, são ricas em protocolo, mas pobres em serviço
 - Ex: O serviço disponível na camada física é suficiente para enviar bits
 - As camadas herdam facilidades das camadas inferiores

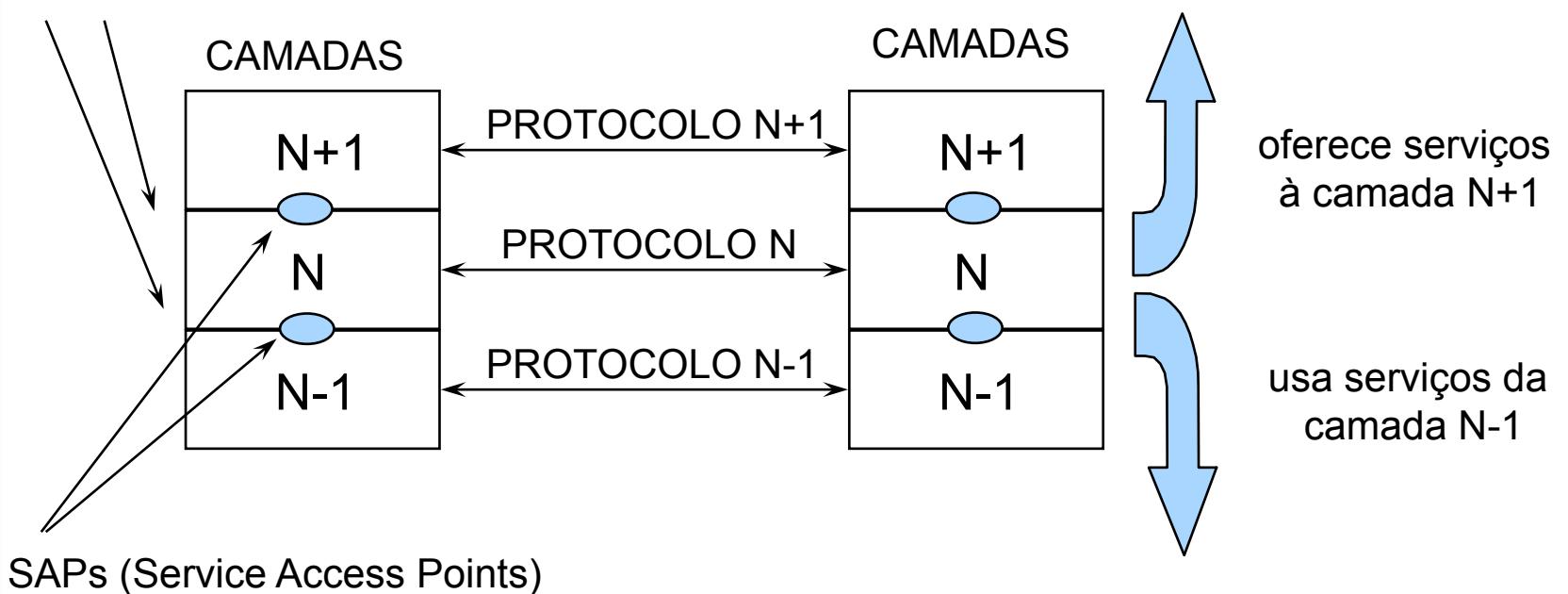


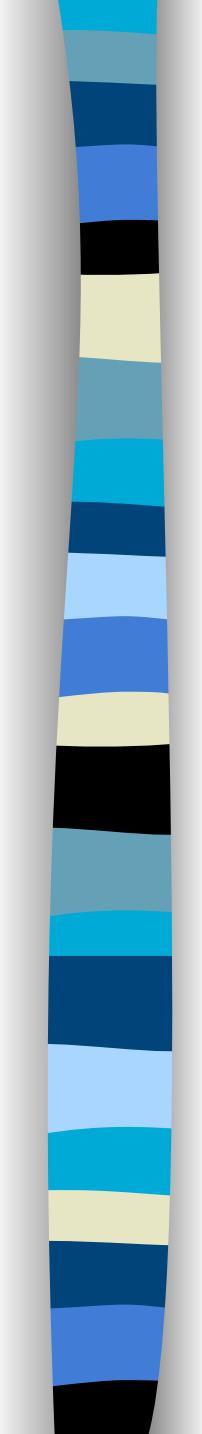
Hierarquias de Protocolos

- Visa reduzir a complexidade do projeto, organizando a rede em uma série de níveis (camadas).
- O propósito de cada camada é oferecer serviços à camada imediatamente superior.

Hierarquias de Protocolos

INTERFACES



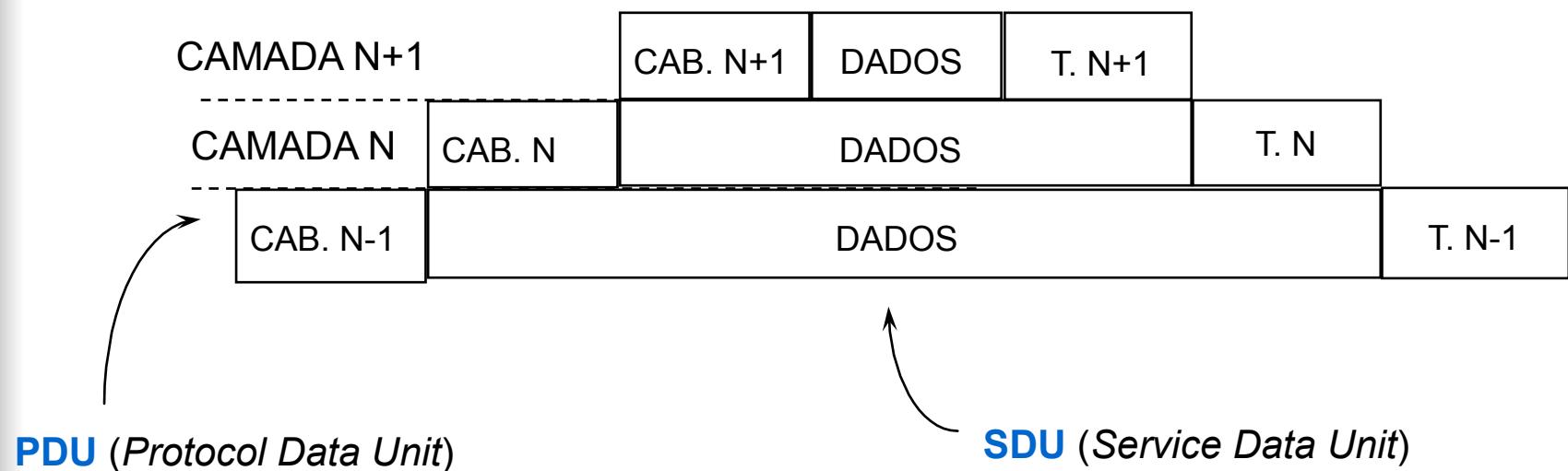


Hierarquias de Protocolos

- A adoção de níveis simplificam a substituição de uma camadas por uma implementação completamente diferente.

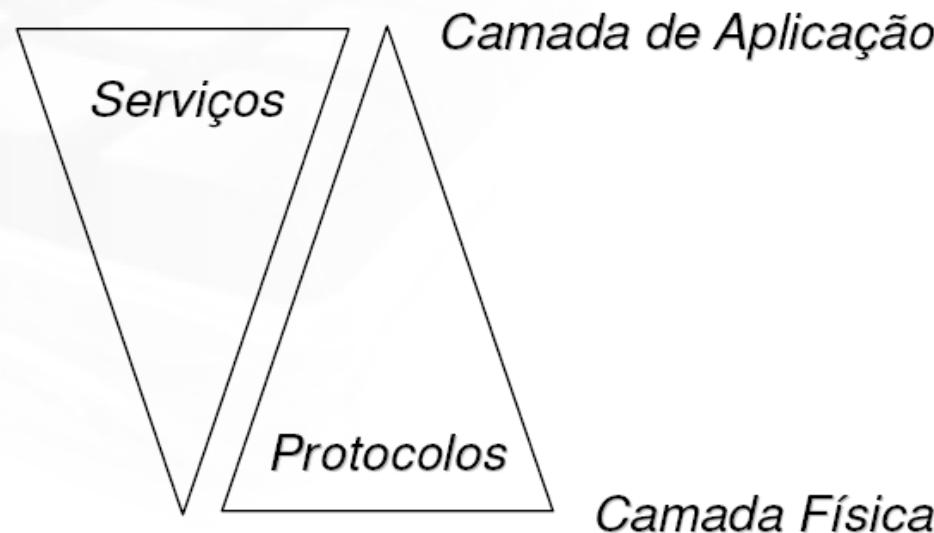
Princípios Básicos

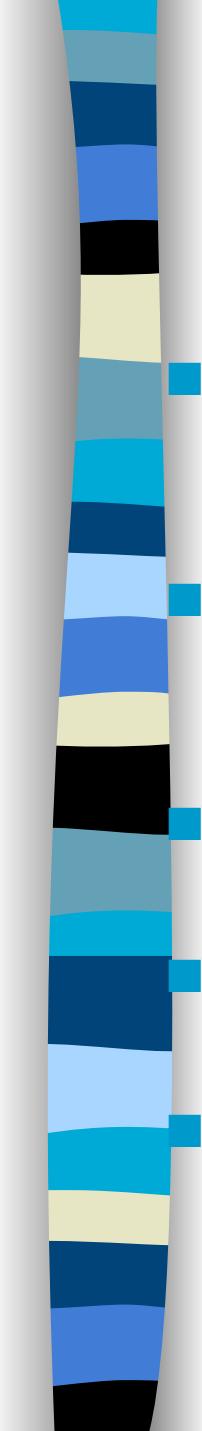
- ◆ Envelopamento/Encapsulamento
 - cabeçalhos
 - mensagem



Serviços x Protocolos

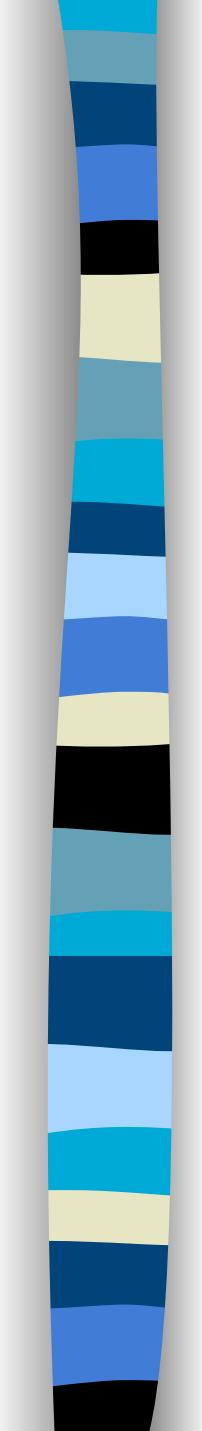
- Relação entre Serviço e Protocolo ao longo do modelo





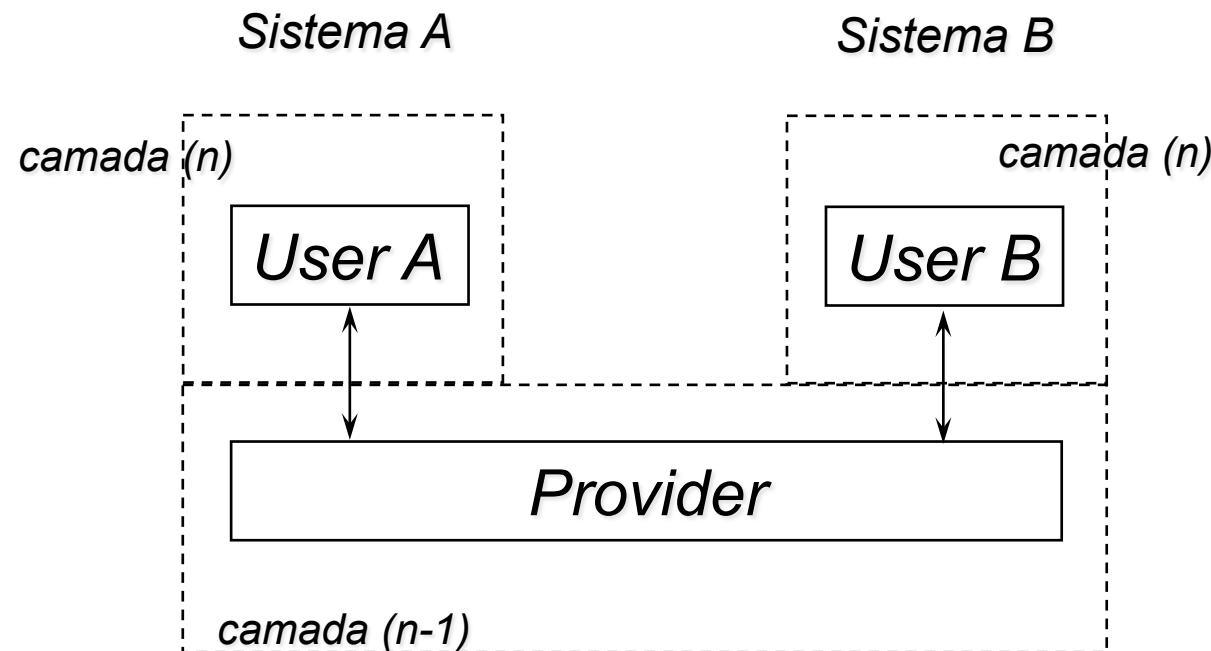
Camadas *User* e *Provider*

- A camada (N) requisita serviços somente da camada imediatamente inferior (N-1); por essa razão, ela é dita usuária (user) dessa camada.
- Uma camada abstrai a existência das camadas mais inferiores, oferecendo a somatória das funcionalidades de todas as camadas inferiores.
- Por essa abstração, a camada (N) é dita provedora (provider) de serviços para a camada superior (N+1).
- O provimento de serviços abstrai, inclusive, o aspecto da comunicação com a camada parceira.
- Portanto, o *provider* oferece os *serviços* e a *conexão* da camada (N-1), a um usuário da camada (N).

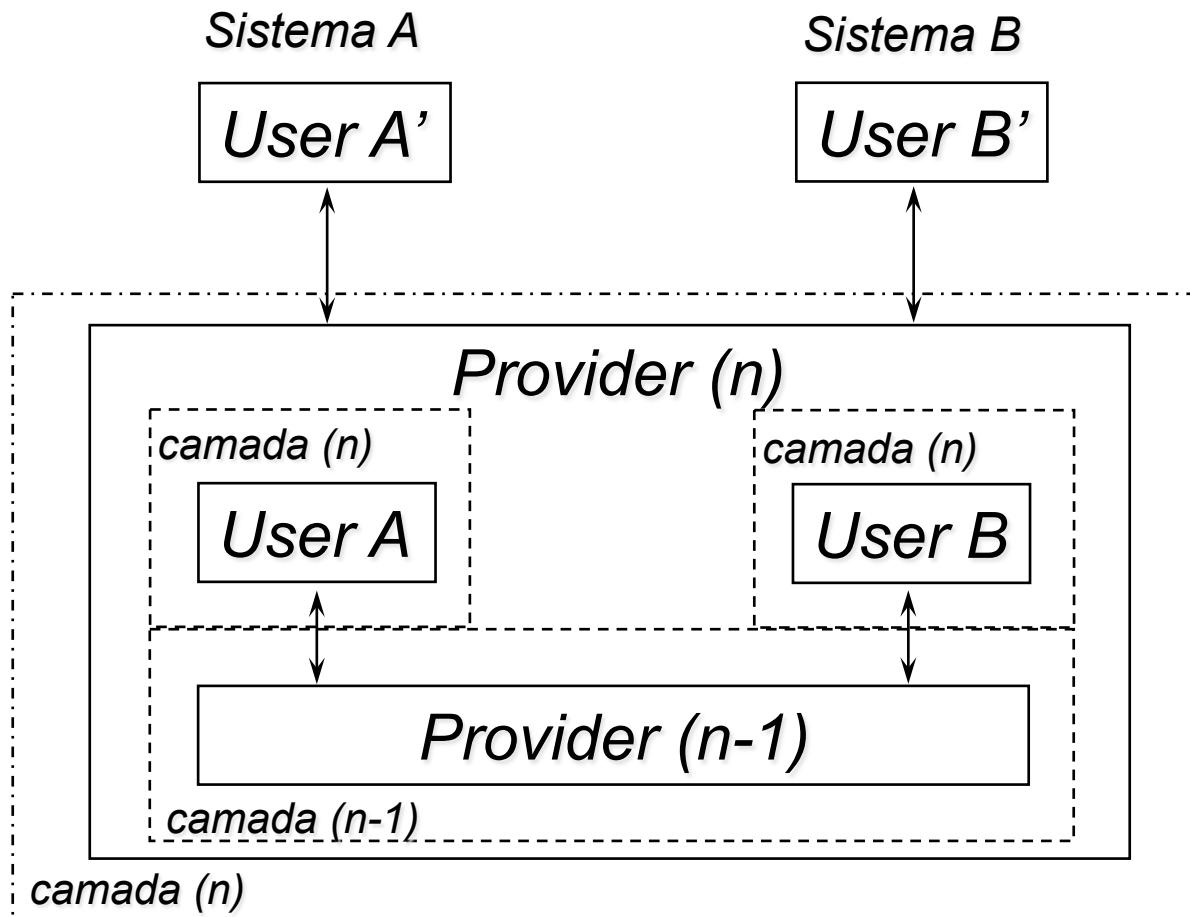


Camadas *User* e *Provider*

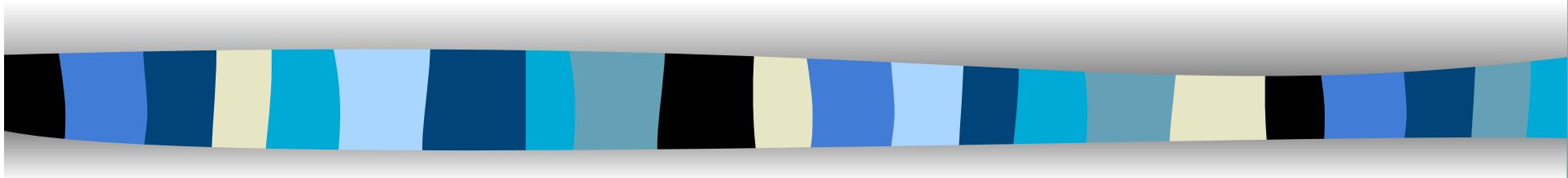
(cont.)



Visão Geral



Camada ISO/OSI



Funcionalidade por
Camada