

PROTOCOLOS

- **Características dos Protocolos**
- **Funcionalidade dos Protocolos**
- **Protocolos OSI**
- **Protocolos TCP/IP**

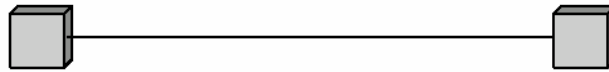
Características dos Protocolos

- As principais características de um protocolo são:
 - ***Direto*** ou ***Indireto***
 - ***Monolítico*** ou ***Estruturado***
 - ***Simétrico*** ou ***Assimétrico***
 - ***Padronizado*** ou ***Não-Padronizado***

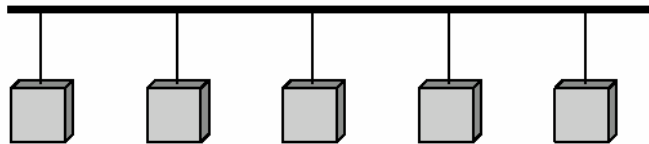
Direto ou Indireto

- Direto

- Dados/controlare são transmitidos entre sistemas sem a intervenção de agentes ativos



(a) Point-to-Point



(b) Multipoint Broadcast Network

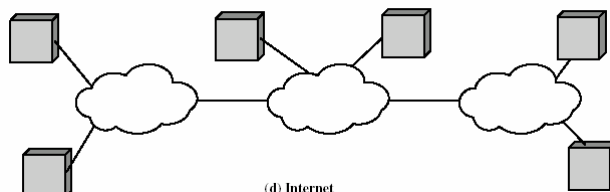
Direto ou Indireto

- Indireto

- A transferência de dados depende do funcionamento de outras entidades



(c) Switched Network



(d) Internet

Monolítico ou Estruturado

- A comunicação entre **entidades em diferentes sistemas** é uma **tarefa muito complexa**;
- **Muito complexa** para ser realizada através de um **único módulo** ⇒ mudança em um aspecto significa modificar o módulo como um todo



- **Projeto Estruturado** divide o problema em **unidades menores**



- **Estrutura em Camadas**

Simétrico ou Assimétrico

- **Simétrico**
 - Comunicação entre **entidades semelhantes** em termos de funcionalidade (“peer entities”)
- **Assimétrico**
 - Cliente/Servidor
 - Computador efetua “polling”/”select” de um número de terminais.

Padrão x Não-padrão

- Protocolos **não-padronizados** são desenvolvidos para computadores e tarefas **específicas**
- Seja: **K fontes** de informação deve se comunicar com **L receptores**

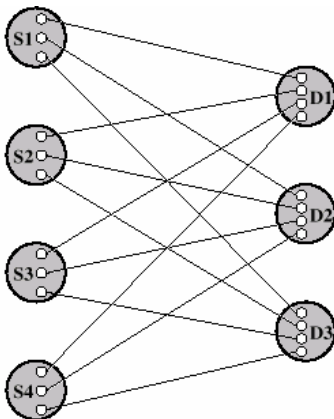
Não-padronizado

K*L diferentes protocolos e
2*K*L diferentes implementações

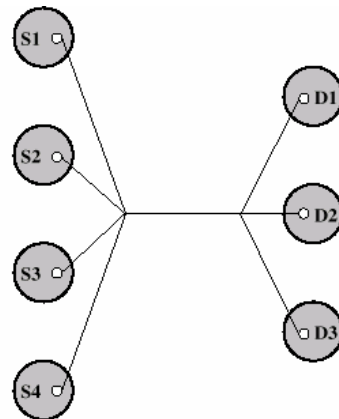
Padronizado

K + L diferentes implementações

Padrão x Não-padrão



Não-padronizado: 12 protocolos diferentes
24 implementações



Padronizado: 1 protocolo
7 implementações

PROTOSCOLOS

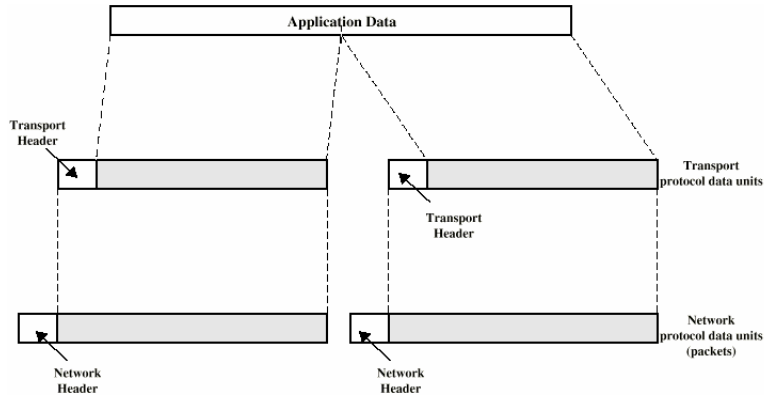
- **Características dos Protocolos**
- **Funcionalidade dos Protocolos**
- **Protocolos OSI**
- **Protocolos TCP/IP**

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ **Encapsulamento**
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Encapsulamento

- Adição de informações de controle aos dados
 - informação de endereço
 - código de detecção de erro
 - controle do protocolo.
- Forma o **PDU = Protocol Data Unit**



Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ **Segmentação e Re-agrupamento**
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Segmentação/Fragmentação

- Geralmente, a transferência de informação é realizada como uma sequência de **blocos** de dados com um certo **tamanho limite**;
- Unidade de dados de aplicação = mensagem podem ser grandes.
- Níveis inferiores de protocolo podem necessitar de “quebrar” as mensagens em blocos menores (**PDU**s)



- **Segmentação** ou **Fragmentação (TCP/IP)**
 - blocos ATM (*cells*) são de 53 bytes;
 - blocos Ethernet (*frames*) são de 1526 bytes no máximo.

Por que Fragmentar?

- **Vantagens**
 - Controle de erro mais eficiente;
 - Acesso mais equilibrado/justo às facilidades/serviços da rede;
 - Atrasos menores;
 - Necessidade de menos buffer.
- **Desvantagens**
 - mais overhead;
 - Aumento do número de interrupções no receptor;
 - Maior tempo de processamento.

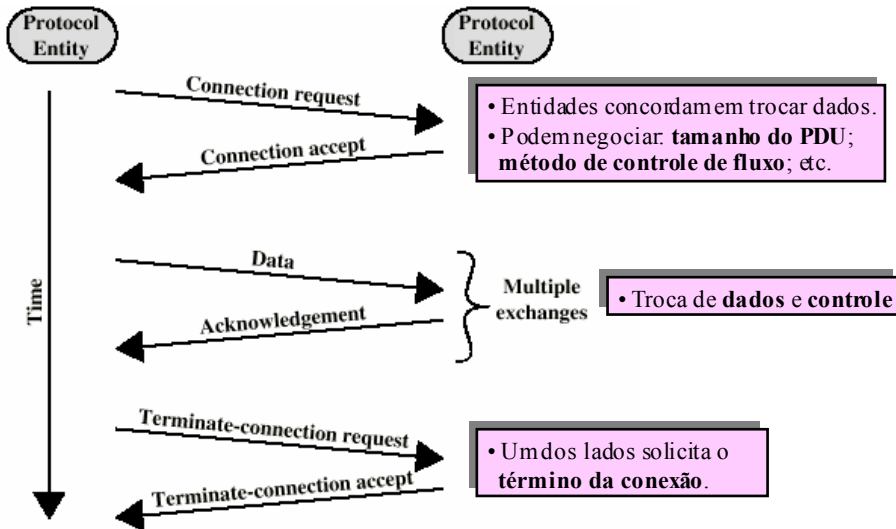
Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ **Controle de Conexão**
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Controle de Conexão

- **Serviço sem conexão (*Connectionless*)**
 - os PDUs (**datagrama**) são **transmitidos** de forma **independente** dos PDUs anteriores.
- **Serviço com conexão (*Connection Oriented*)**
 - uma **conexão lógica** (**circuito virtual**) é formada entre as duas entidades para a troca de dados;
 - adequado para longa troca de dados e/ou na necessidade de se ajustar detalhes do protocolo dinamicamente;
 - consiste de **três fases**:
 - **Estabelecimento da Conexão**
 - **Transferência de Dados**
 - **Término da Conexão**

Transferência de Dados Orientada a Conexão




Controle de Conexão

- Utiliza **Número de Sequência**
↓
- Cada entidade numera sequencialmente os PDUs enviados para a outra entidade;
- Mantém controle do número de sequência de transmissão e de recepção.
- Uso de **Número de Sequência** fornece:
 - Entrega ordenada de dados
 - Controle de Fluxo
 - Controle de Erro

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ **Entrega ordenada de dados**
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Entrega Ordenada de Dados

- PDUs podem percorrer *caminhos diferentes* através da rede para se chegar no mesmo destino;

- PDUs podem chegar *fora de ordem*;
- O **número de sequência** permite a *reordenação dos PDUs*;
- ⇒ A **numeração** deve ser *grande o suficiente* para não haver repetição de PDUs pendentes.

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ **Controle de Fluxo**
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Controle de Fluxo

- Função efetuada pela **entidade receptora**;
- **Limita a quantidade/taxa de dados** que é enviada pelo transmissor;
- Métodos:
 - **Stop and wait** ⇒ mais simples.
 - **Sistema de crédito** ⇒ Janelas deslizantes.
- **Função** necessária em **vários níveis** de protocolo.

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ **Controle de Erro**
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

Controle de Erro

- Protege contra a **perda** ou **dano** nos dados e/ou controle.
- Função efetuada em duas etapas:
 - **Deteção de Erro**
 - **Correção de Erro (Retransmissão)**
- **Função** também necessária em **diversos níveis** de protocolo.

Controle de Erro

– Detecção de Erro

- transmissor acrescenta **bits de detecção de erro** em cada PDU enviado;
- **receptor verifica a validade** dos bits;
- se **código válido**, reconhece o recebimento livre de erro (**Acknowledgement**)
- se **erro**, PDU é **descartado**.

– Correção de Erro

- **transmissor** recebe um **aviso do erro** (**ack negativo**) ou **não recebe acknowledgement** em tempo hábil
⇒ **retransmite**.
- Existe **código de correção de erro** mas o **overhead** é **muito grande**.

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ **Endereçamento**
- ✓ Multiplexação
- ✓ Serviços de Transmissão

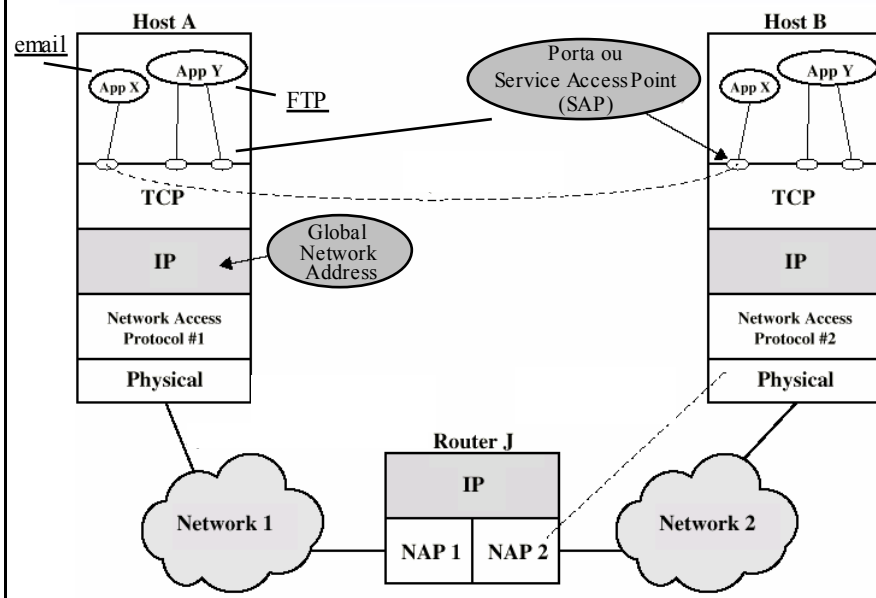
Endereçamento

- O conceito de endereçamento cobre vários aspectos:
 - **Nível de Endereçamento**
 - **Escopo do Endereçamento**
 - **identificadores de Conexão**
 - **Modos de Endereçamento**

Nível de Endereçamento

- Refere-se ao **nível da arquitetura** no qual a entidade é nomeada;
- Um **endereço único** é associado a cada **sistema final** (workstation, servidor) e a cada **sistema intermediário** (roteador)
 - ➡ **Network level address**
 - IP ou internet address (TCP/IP)
 - Network Service Access Point ou NSAP (OSI)
- Denominação de um processo no sistema
 - Port number (TCP/IP)
 - Service Access Point ou SAP (OSI)

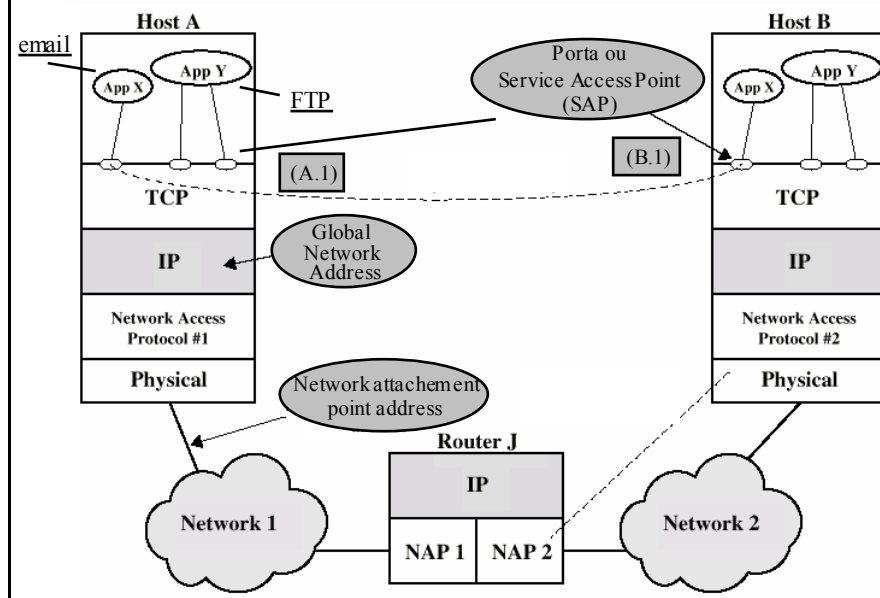
Aspectos de Endereçamento



Escopo de Endereçamento

- **Global Não-Ambíguo**
 - **Endereço global** identifica um único sistema;
 - Existe somente um sistema com endereço X.
- **Aplicabilidade Global**
 - É possível, em qualquer sistema (com endereço qualquer) **identificar qualquer outro sistema**, ligado a **qualquer rede**, pelo seu **endereço global**.
 - O endereço X identifica aquele sistema de qualquer lugar da rede.
- **Outro nível:** endereço de cada dispositivo de interface dentro da rede **Network Attachment point address**.
 - e.g. MAC address em redes locais IEEE 802.

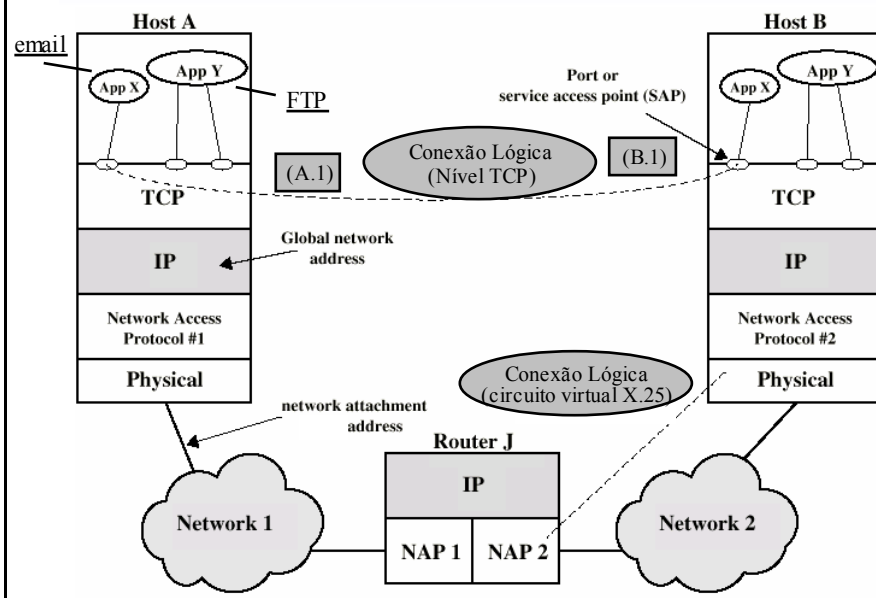
Aspectos de Endereçamento



Identificadores de Conexão

- **Transferências Orientadas a Conexão**
 - ⇒ **circuitos virtuais**
- Define um **identificador da conexão** (numérico) durante a fase de transferência de dados
 - **Reduz overhead** ⇒ identificadores de conexão são menores que endereços globais;
 - **Roteamento** ⇒ no estabelecimento da conexão, define-se uma rota fixa, identificada pelo identificador da conexão;
 - **Multiplexing** ⇒ entidades podem querer estabelecer múltiplas conexões simultaneamente;
 - **Informação de Status** ⇒ durante a transferência mantém-se informações relacionadas à conexão (ex. controle de fluxo e erro).

Aspectos de Endereçamento



Modo de Endereçamento

- Usualmente, um endereço refere-se a um único sistema ou porta SAP
 - ⇒ **Endereçamento Unicast**
- Pode-se endereçar TODOS as entidades e/ou portas
 - ⇒ **Endereçamento Broadcast**
- Pode-se endereçar um subconjunto de entidades e/ou portas.
 - ⇒ **Endereçamento Multicast**

Modos de Endereçamento

Destination	Network Address	System Address	Port/SAP Address
Unicast	Individual	Individual	Individual
	Individual	Individual	Group
Multicast	Individual	All	Group
	All	All	Group
Broadcast	Individual	Individual	All
	Individual	All	All
	All	All	All

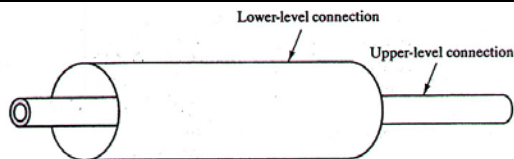
Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ **Multiplexação**
- ✓ Serviços de Transmissão

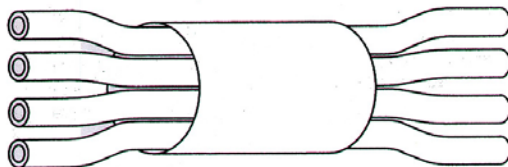
Multiplexação

- Várias formas de multiplexação:
 - Múltiplas conexões em um único sistema (X.25);
 - Mapeamento de múltiplas conexões em um nível em uma única conexão em outro nível.

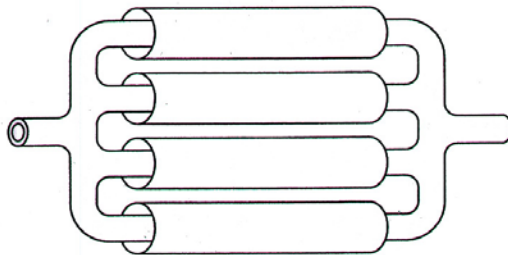
Multiplexação



(a) One-to-one



(b) Upward multiplexing



(c) Downward multiplexing

Funcionalidade dos Protocolos

- ✓ Encapsulamento
- ✓ Segmentação e Re-agrupamento
- ✓ Controle de Conexão
- ✓ Entrega ordenada de dados
- ✓ Controle de Fluxo
- ✓ Controle de Erro
- ✓ Endereçamento
- ✓ Multiplexação
- ✓ **Serviços de Transmissão**

Serviços de Transmissão

- Serviços adicionais de um protocolo:
 - ✓ **Prioridade**
 - mensagens de controle, por exemplo, podem necessitar de chegar ao destinatário com o mínimo atraso;
 - ✓ **Qualidade do Serviço**
 - Máximo atraso aceitável;
 - Mínimo throughput aceitável.
 - ✓ **Segurança**
 - Mecanismos de segurança para acesso restrito.

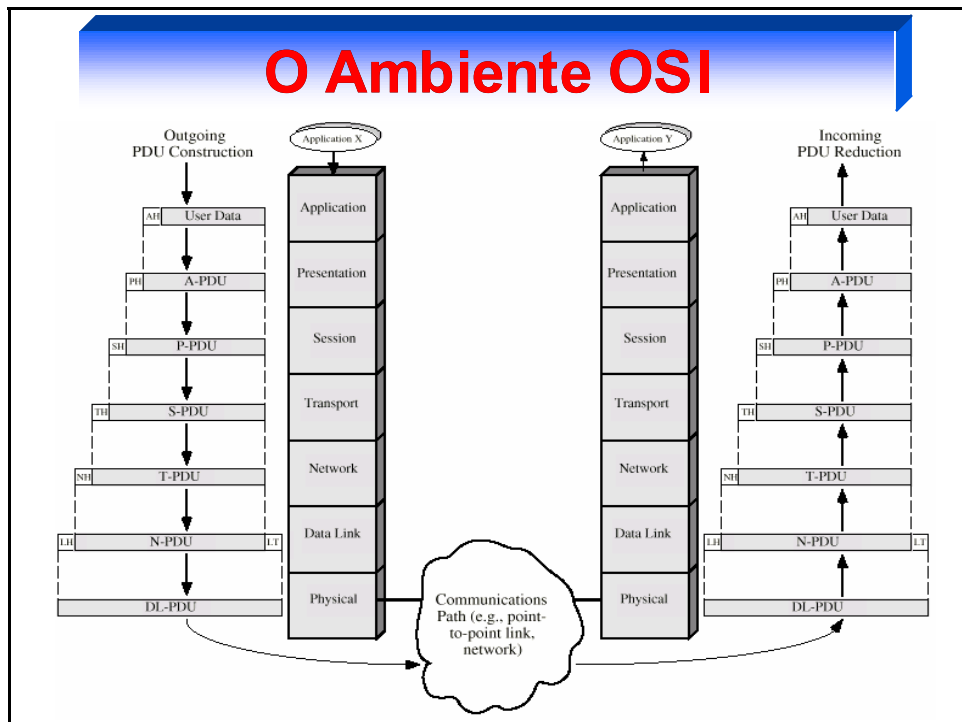
PROTOCOLOS

- Características dos Protocolos
- Funcionalidade dos Protocolos
- Protocolos OSI
- Protocolos TCP/IP

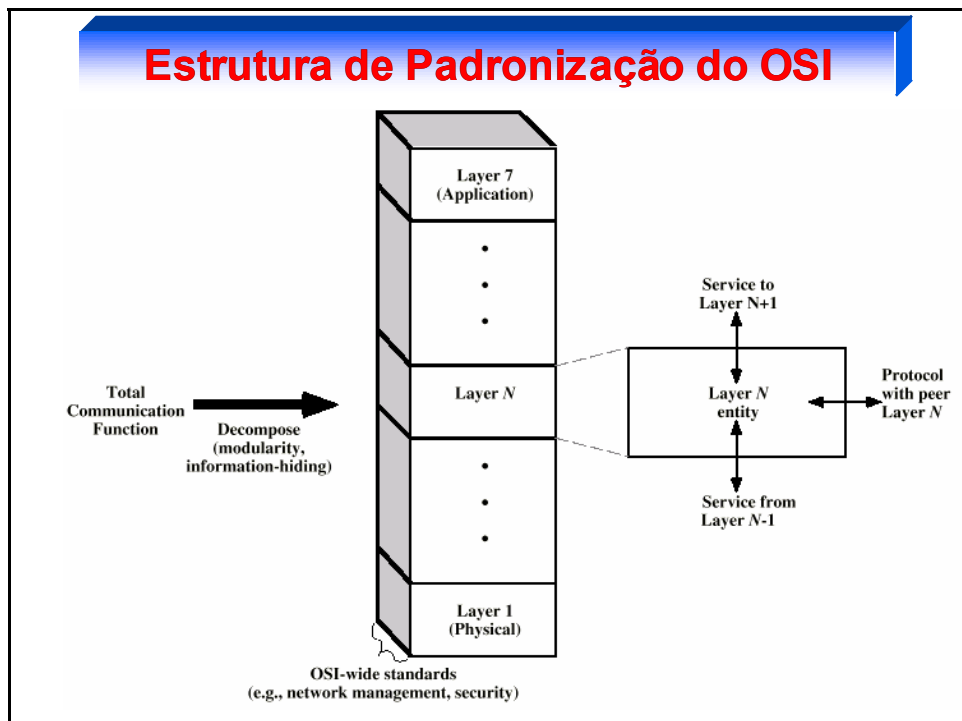
O Modelo OSI

- Modelo em **7 camadas** (1984)
- **Objetivo**: fornecer uma estrutura (“*framework*”) para **padronização de protocolos**.
- Cada **camada** executa um **subconjunto das funções** necessárias para a comunicação de computadores
- Cada camada supõe que a **camada imediatamente inferior executa funções mais primitivas**
- Cada **camada fornece serviços para a camada imediatamente acima**.
- **Mudanças em uma camada NÃO** deve requerer **mudanças em outras camadas**

O Ambiente OSI



Estrutura de Padronização do OSI

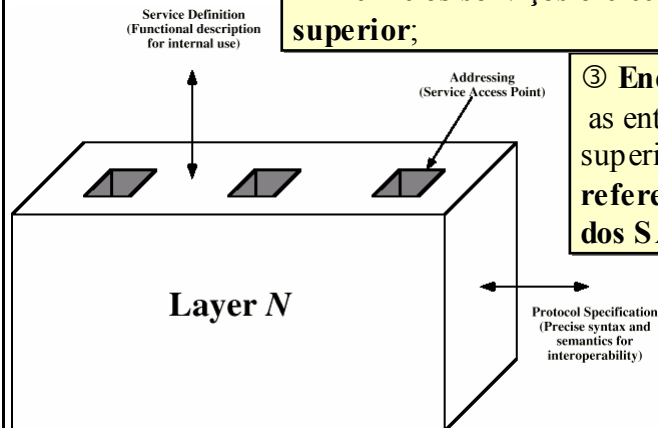


Funcionalidade das Camadas

① Duas **entidades** na mesma camada em **diferentes sistemas** cooperam e interagem através de um **mesmo protocolo** (formato e semântica do PDU);

② Define os **serviços** oferecidos à **camada superior**;

③ **Endereçamento**: as entidades da camada superior são **referenciadas através dos SAP**.



Primitivas e Parâmetros dos Serviços

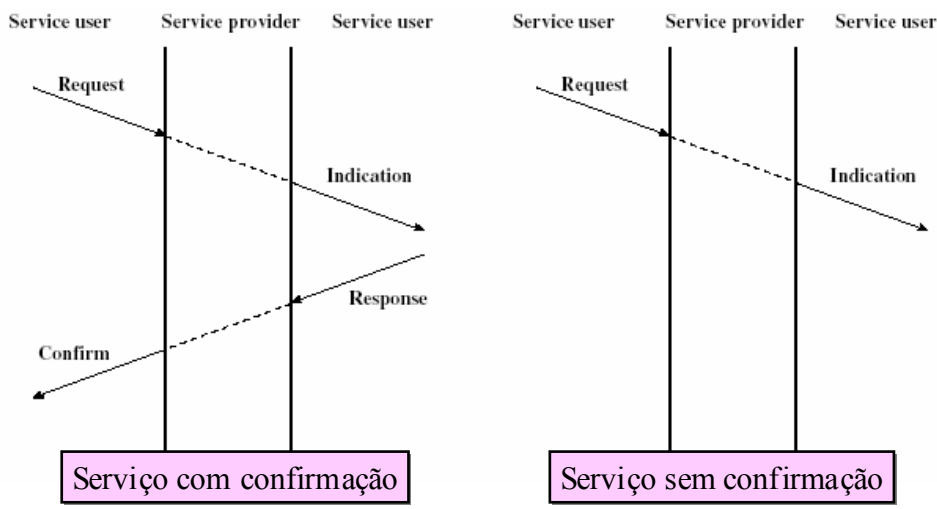
Os **serviços** entre **camadas adjacentes** são expressos em termos de **primitivas** e **parâmetros**.

Especifica a **função** a ser executada

Usados para passar informações de **dados** e **controle**

Primitivas e Parâmetros dos Serviços

4 tipos de primitivas são definidas nos padrões:

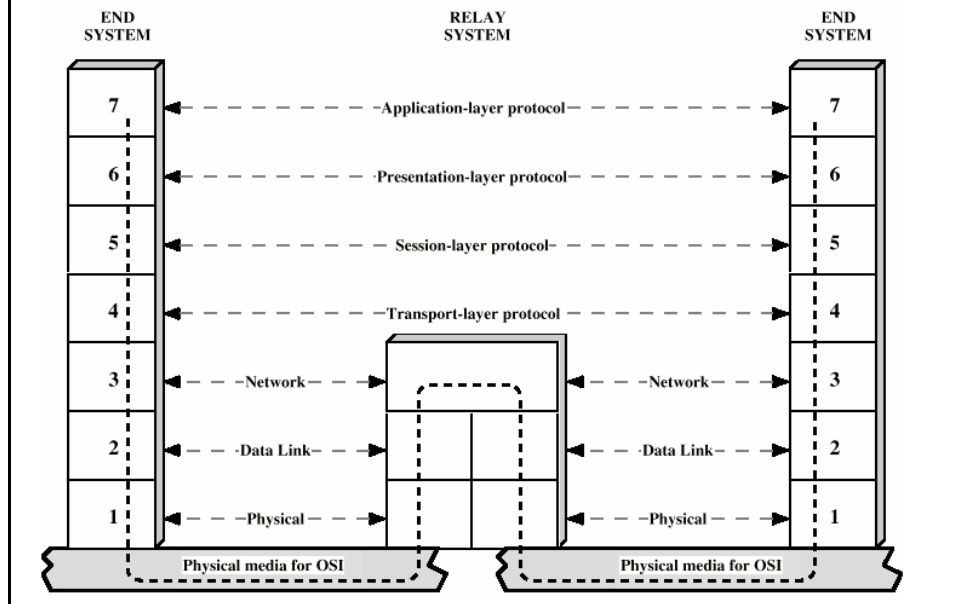


Primitivas e Parâmetros dos Serviços

4 passos para a transferência de dados de uma entidade nível (N) para uma outra entidade (N):

- ① A entidade (N) invoca sua entidade (N-1) com uma primitiva **request**, com os parâmetros necessários (endereço destino, dado);
- ② A entidade (N-1) fonte prepara um (N-1)PDU para ser enviado à respectiva entidade (N-1) remota;
- ③ A entidade (N-1) destinatária entrega o dado à entidade (N) através de uma primitiva **indication**, incluindo o dado e endereço fonte como parâmetros;
- ④ Se comunicação com confirmação, a entidade (N) destinatária envia uma primitiva **response** para a sua entidade (N-1);
- ⑤ A entidade (N-1) transporta o **acknowledgement** em (N-1)PDU;
- ⑥ O **acknowledgement** é entregue à entidade (N) como uma primitiva **confirm**.

Uso de Nó de Comutação



PROTOCOLOS

- Características dos Protocolos
- Funcionalidade dos Protocolos
- Protocolos OSI
- Protocolos TCP/IP

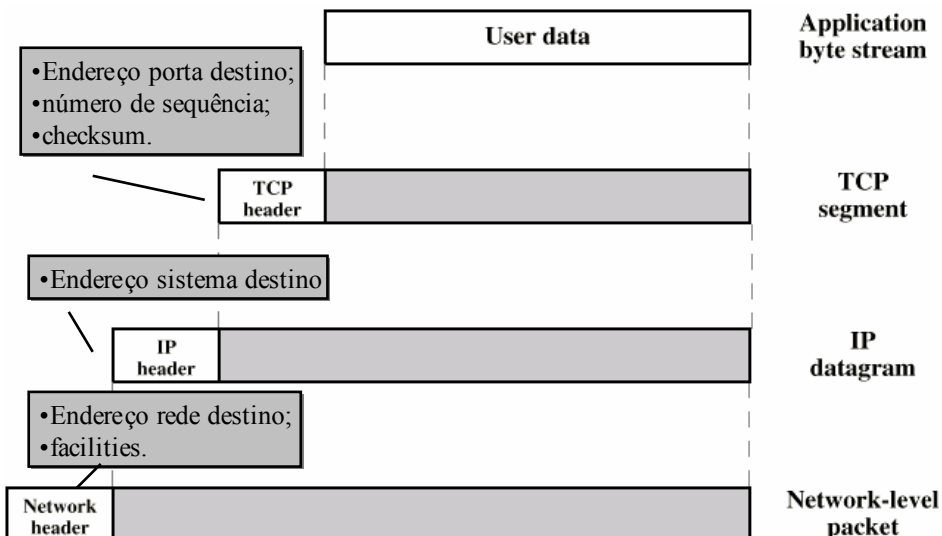
TCP/IP Protocol Suite

- Arquitetura de protocolo dominante comercialmente.

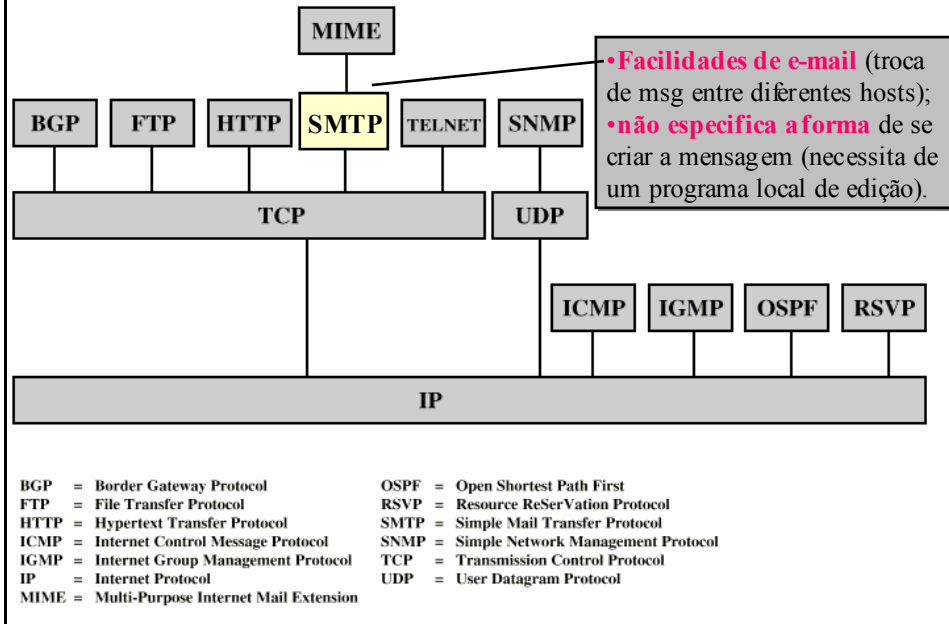


- TCP/IP foi **especificado** e **extensamente utilizado** antes do modelo OSI;
- TCP/IP foi **desenvolvido pelo DOD**, maior consumidor de software no mundo;
- A **internet** foi construída usando o **TCP/IP Protocol Suite**.

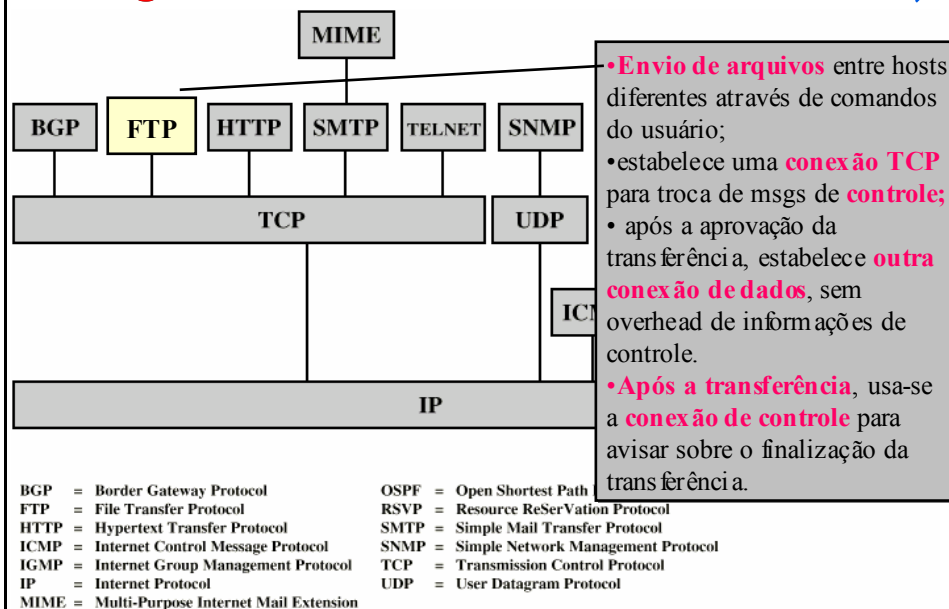
PDUs na arquitetura TCP/IP



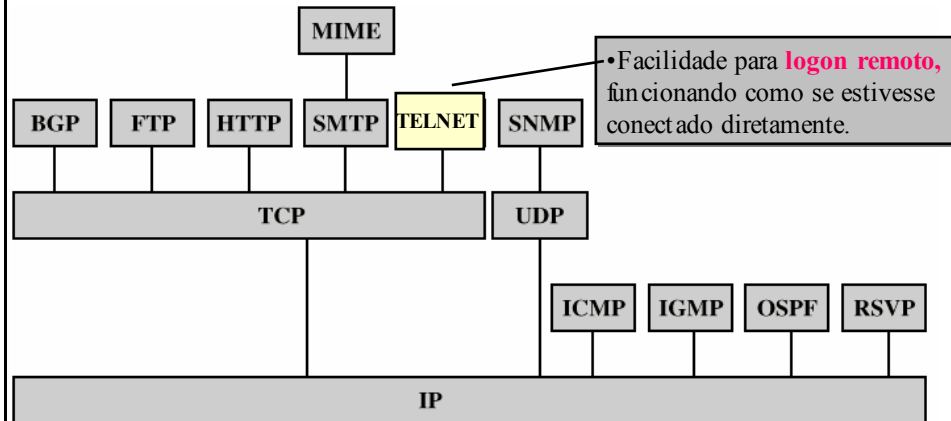
Alguns Protocolos no TCP/IP Suite



Alguns Protocolos no TCP/IP Suite



Alguns Protocolos no TCP/IP Suite



BGP = Border Gateway Protocol
FTP = File Transfer Protocol
HTTP = Hypertext Transfer Protocol
ICMP = Internet Control Message Protocol
IGMP = Internet Group Management Protocol
IP = Internet Protocol
MIME = Multi-Purpose Internet Mail Extension

OSPF = Open Shortest Path First
RSVP = Resource ReSerVation Protocol
SMTP = Simple Mail Transfer Protocol
SNMP = Simple Network Management Protocol
TCP = Transmission Control Protocol
UDP = User Datagram Protocol