Introdução

1. Conceitos Básicos e Aplicações Típicas
2. Estruturas de Redes
3. Padronização de Redes
4. Estruturação de Redes em Camadas
5. Modelo OSI / ISO
6. Arquitetura TCP/IP
7. Tipos de Serviços
8. Protocolos

1 - Conceitos Básicos e Aplicações Típicas

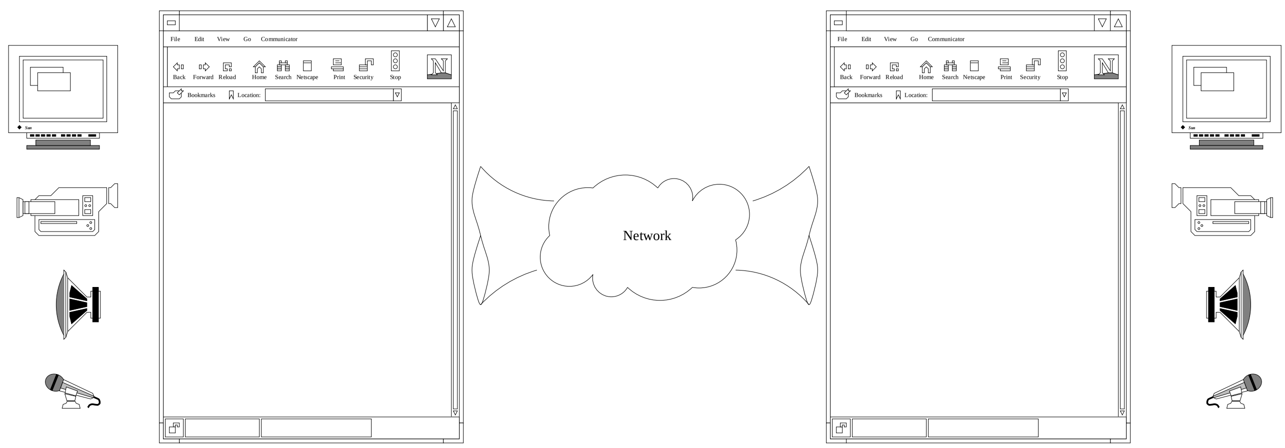
- Definição: conjunto de computadores autônomos e interconectados;
- Classificação quanto a Extensão Geográfica:
  - LAN - Local Area Network - (10 m a 1 Km)
  - CAN - Campus Area Network - (1 Km a 10 Km)
  - MAN - Metropolitan Area Network - (5 Km a 100 Km)
  - WAN - Wide Area Network - (100 a 5000 Km)
- Classificação quanto ao Tipo de Máquinas:
  - Homogênea - computadores idênticos;
  - Heterogênea - computadores não idênticos.

(cont.) 1 - Conceitos Básicos e Aplicações Típicas

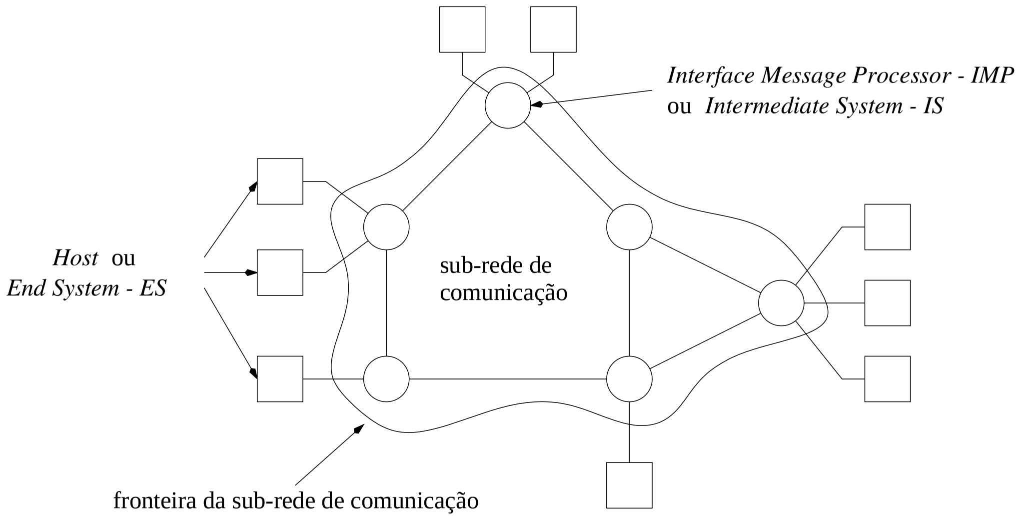
- Benefícios Importantes:
  - compartilhamento de informações e recursos;
  - crescimento da capacidade de processamento;
  - diversidade de equipamentos e liberdade de escolha;
  - aumento de confiabilidade;
  - processamento de informação *in loco*;
  - um meio alternativo de comunicação.
- Impacto produzido pela Tecnologia de Rede:
  - ... Ensino/Pesquisa;
  - ... Produção e Serviços;
  - ... Administração.

(cont.) 1 - Conceitos Básicos e Aplicações Típicas

- Empresas de Telecomunicações - Serviços de Comunicação de Dados
  - RENPAC - Rede Nacional de Comutação de Pacotes;
  - Serviços Multimídia - Áudio e Vídeo;
  - CAD cooperativo, Teleconferência, Telemedicina.

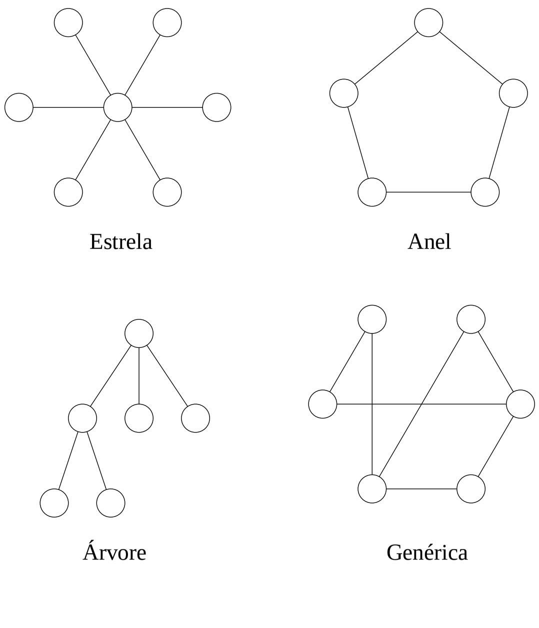


2 - Estruturas de Redes

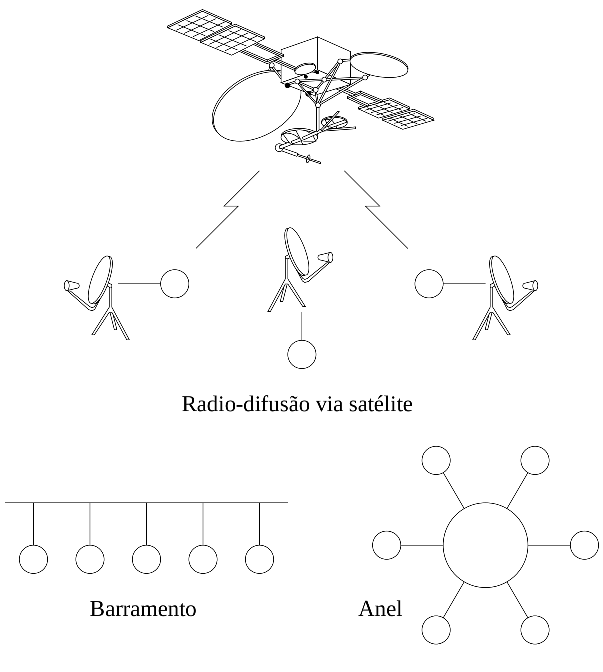


- Subredes de Comunicação se dividem em:
  - ponto-a-ponto
  - difusão (*broadcast*)

(cont.) 2 - Estruturas de Redes



Topologias típicas de Subredes Ponto-Ponto



Topologias típicas de Subredes de Difusão

3 - Padronização das Redes

- Padrão: conjunto de **normas** e **procedimentos**;
- Cumprimento de Normas e Procedimentos: **obrigatório** ou **recomendável**.
- Objetivo dos Padrões:
  - homogenizar produtos e serviços;
  - minimizar investimentos em estoques;
  - compatibilizar equipamentos de diferentes procedências.
- Padrão *de Facto*:
  - adotado sem nenhuma ação de entidade reguladora (ex.: IBM);
- Padrões *de Jure*:
  - produzidos por entidades reguladoras, nacionais ou internacionais;
  - exemplo: ISO 9000;

(cont.) 3 - Padronização das Redes

- Entidades de Padronização - Eng. Elétrica:
  - Brasil - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
  - EUA - American National Standard Institute (ANSI);
  - EUA - Institute of Electrical and Eletronic Engineers (IEEE);
  - Alemanha - Deutsche Industrie-Norm (DIN);
  - Inglaterra - British Standard Institution (BSI).
- Entidades de Padronização - Redes de Computadores: ITU-TS e ISO
- ITU-TS "*International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization*" antiga CCITT "*Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique*"
- ISO "*International Standard Organization*"

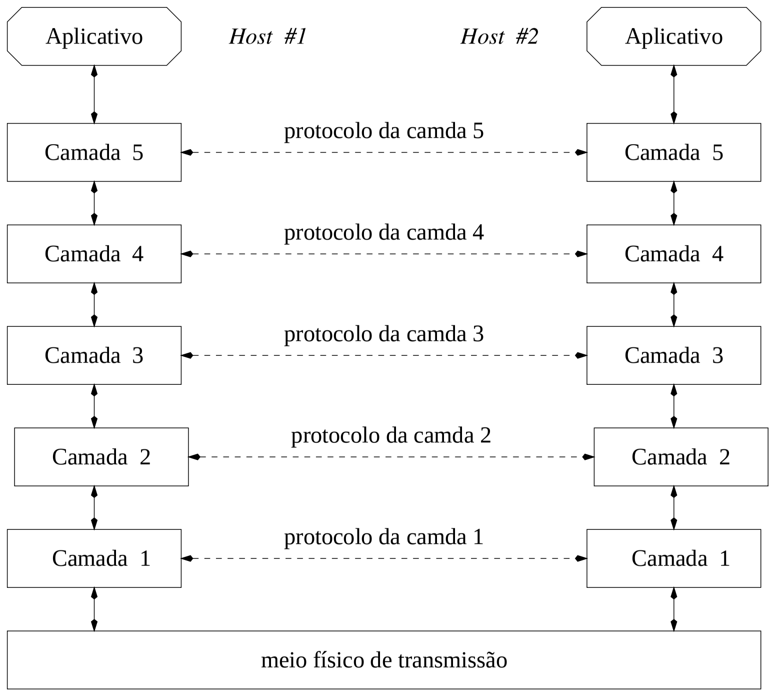
(cont.) 3 - Padronização das Redes

- Padrões ITU-TS:
  - normalmente se referem a transmissão de dados a longas distâncias;
  - situam-se mais próximo do *hardware*.
- Padrões ISO:
  - são mais voltados aos serviços que um rede provê;
  - protocolos de conversação inter-*hosts*;
  - cobrem praticamente todo o espectro de tecnologias de rede.
- Modelo ISO/OSI ou OSI (*Open Systems Interconnection*):
  - estipula que uma rede de computadores deve ser estipulada em 7 camadas, propondo um ou mais padrões para controlar cada camada;
  - estes padrões estão ainda em vias de se tornarem padrões *de facto*.

(cont.) 3 - Padronização das Redes

- Ainda hoje, os Padrões *de facto* são também chamados de Padrões Internet:
  - enfatizam o transporte confiável de um *host* para outro;
  - inicialmente, apenas três serviços foram padronizados ao nível de usuário: transferência de arquivo, correio eletrônicoa e *login* remoto.
- Serviços introduzidos (Comunidade ou Fabricante):
  - *Yellow Pages* - diretório;
  - RPC "*Remote Procedure Call*";
  - NFS "*Network File System*"
- Tendência: novos serviços como aqueles oferecidos por redes ISDN "*Integrated System Digital Network*" serão aderentes ao Modelo OSI.

4 - Estruturação de Redes em Camadas



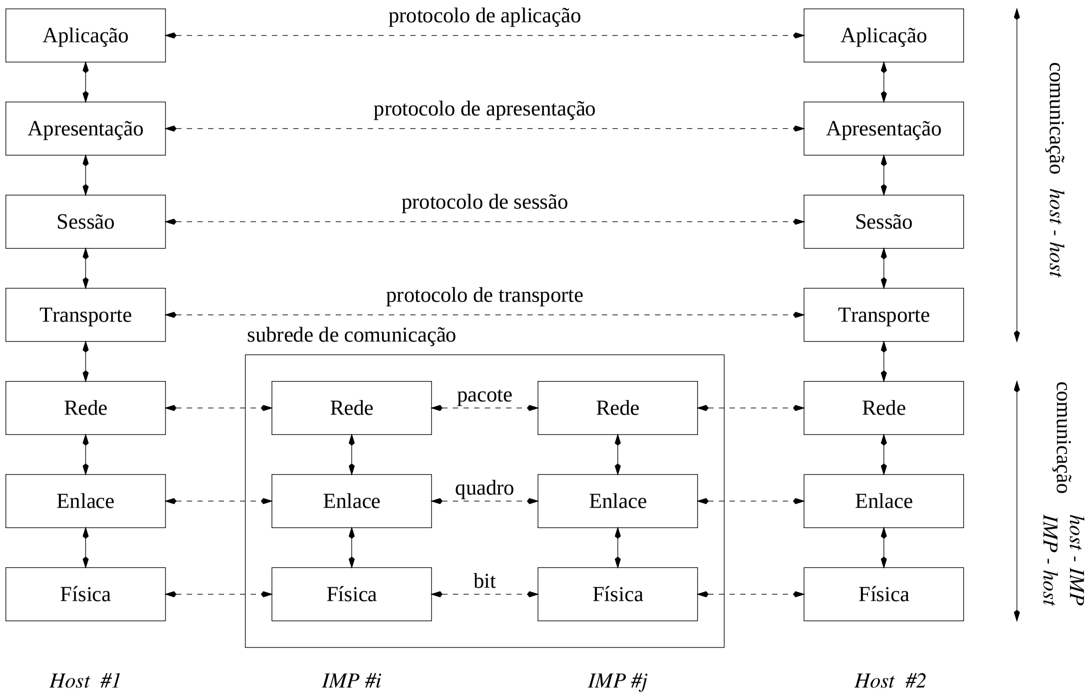
(cont.) 4 - Estruturação de Redes em Camadas

- Suposição que uma mensagem é gerada em um processo em um *host* e direcionada para um segundo processo num outro *host*.

VAMOS SEGUIR ESTA MENSAGEM

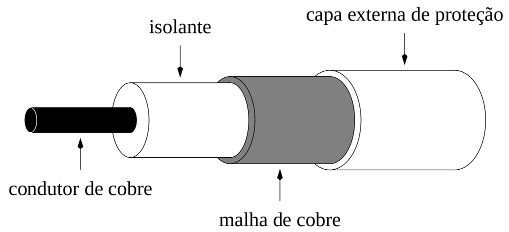
- Camada 5: transforma os dados numa representação padrão;
- Camada 4: mensagem é particionada, e cada parte recebe um cabeçalho;
- Camada 3: decide o caminho que as “partes” irão percorrer (roteamento);
- Camada 2: código de correção de detecção de erros (*checksum*) e armazenamento (caso o protocolo exija confirmação);
- Camada 1: responsável pela geração de sinais elétricos, óticos ou eletromagnéticos, dependendo do meio físico de transmissão, que farão as unidades atingirem o *host* destinatário.

5 - Modelo OSI

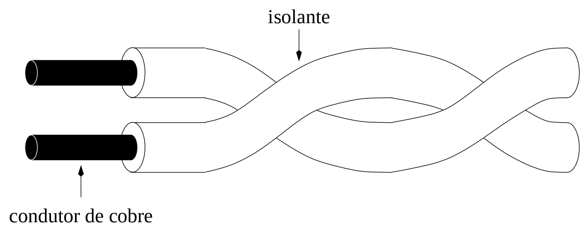


5.1 - Modelo OSI - Camada Física

- Intimamente relacionada com o meio físico empregado.
- Gera sinais elétricos, óticos ou eletromagnéticos para serem propagados;
- Funções do Protocoto (Camada Física):
  - especificar qual a duração e intensidade do sinal;
  - técnica de multiplexação;
  - pinagem, ... ;



Cabo Coaxial



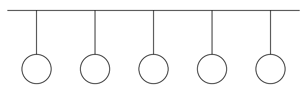
Par Trançado

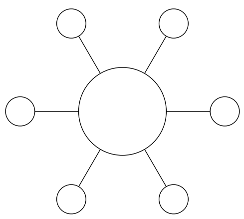
5.2 - Modelo OSI - Camada de Enlace

- Utiliza a Camada Física para transmissão dos *data frames*;
- *Data Frames* são delimitados por seqüências pré-estabelecidas;
- Transmite/Recebe quadro de dados (ou *data frames*) aguardando/enviando o respectivo quadro de reconhecimento de recepção;
- Algumas características do protocolo:
  - transmissão não confiável (mesmo com reconhecimento de recepção);
  - *data frames* podem ser duplicados ou chegar fora de ordem;
  - duplicações geralmente ocorrem quando o *data frame* de reconhecimento é deformado na transmissão;
  - controla o fluxo de *data frames*, evitando que um *host* envie quadros em uma taxa superior a que o receptor é capaz de processar.

5.3 - Modelo OSI - Camada de Rede

- Controla a operação da subrede.
- Algumas de suas Funções:
  - roteamento de pacotes do *host* origem ao *host* destino;
  - o roteamento pode apresentar características dinâmicas ou estáticas;
  - fragmentação e remontagem de pacotes para atender limites impostos.
- Nota: em subredes de difusão esta camada é extremamente simples, uma vez que a principal função (roteamento) é inexistente.


Barramento

Anel


5.4 - Modelo OSI - Camada de Transporte

- Algumas de suas Funções:
  - receber dados da camada de sessão;
  - particionar estes dados em unidades menores;
  - garantir envio de dados sem duplicação e na ordem correta;
- Possui três (3) tipos de serviços:
  - serviço rápido com mensagens de tamanho limitado e sem garantia de entrega, ordem ou ausência de duplicação;
  - serviço mais lento, porém altamente confiável e sem limites de tamanho de mensagens, garante a ordem dos dados e ausência de duplicação;
  - um terceiro serviço que pode estar disponível nesta camada é a difusão de mensagens para todos os *hosts* da sub-rede.
- É a primeira camada a promover comunicação *host-host*, assim controla o fluxo de dados entre 2 processos comunicantes.

5.5 - Modelo OSI - Camada de Sessão

- Permite que 2 *Application Process* - *APs* estabeleçam sessões entre si a fim de organizar e sincronizar a troca de informação.
- Conexão de Sessão => definição das regras de diálogo entre 2 APs
  - *Two Way Simultaneous* (TWS);
  - *Two Way Alternate* (TWA);
  - *One Way* (OW).

5.6 - Modelo OSI - Camada de Apresentação

- Serviços oferecidos:
  - representação canônica de dados;
  - compressão de dados;
  - criptografia.
- Serviços para representação canônica de dados, como o Protocolo XDR - eXternal Data Representation são necessários:
  - quando arquiteturas diferentes devem se comunicar.
- Compressão é útil para o envio de grandes massas de dados.
- Criptografia é utilizada quando os dados são confidencias.

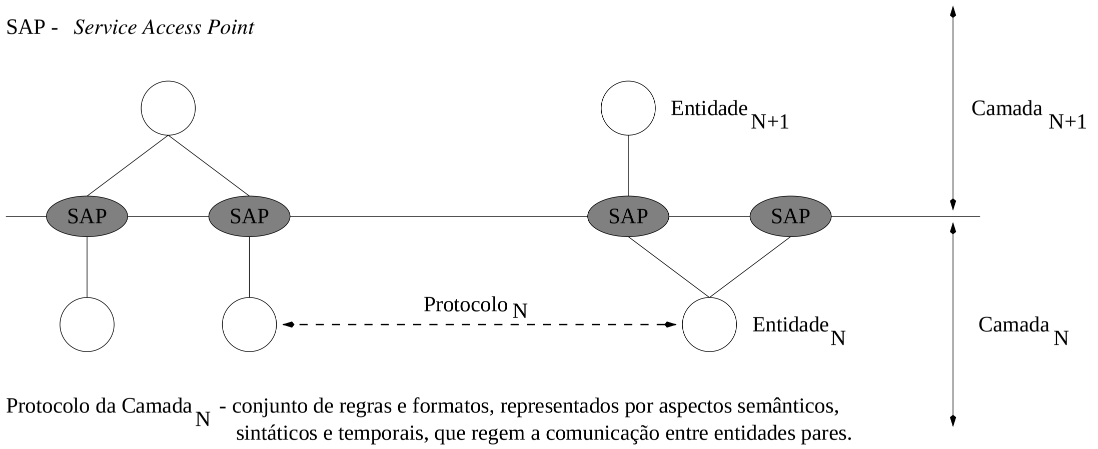
5.7 - Modelo OSI - Camada de Aplicação

- Dispõe de serviços comumente utilizados por usuários de redes.
  - correio eletrônico;
  - *login* remoto;
  - serviços de diretório;
  - submissão de *jobs* remotos.
- Também se constitui em ponto de acesso à rede por APs.
- *Application Program Interface* - *APIs* (em vias de padronização)
  - são bibliotecas de funções para envio/recepção de mensagens, ...

6 - Arquitetura INTERNET ou TCP/IP

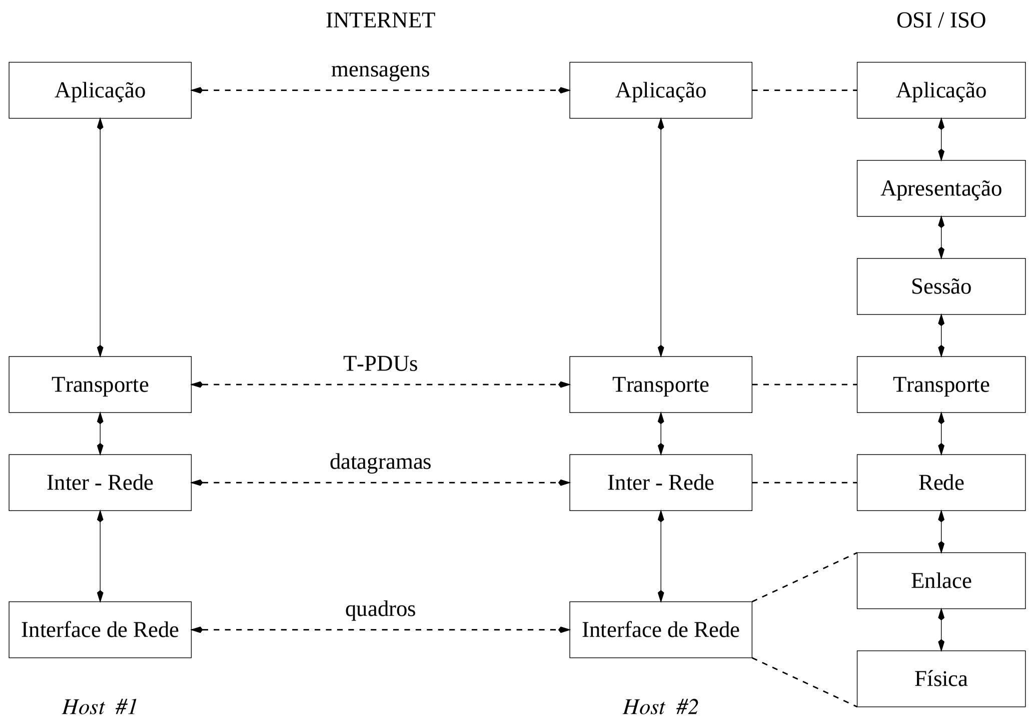
- Internet é uma arquitetura porque especifica protocolos para cada uma de suas camadas (interface de rede, inter-rede, transporte e aplicação);

- Arquitetura - é um Modelo (composto por camadas e protocolos) no qual os protocolos empregados pelas camadas são especificados;



Protocolo da Camada $_N$ - conjunto de regras e formatos, representados por aspectos semânticos, sintáticos e temporais, que regem a comunicação entre entidades pares.

(cont.) 6 - Arquitetura INTERNET ou TCP/IP



6.1 - Camada Interface de Rede

- ... corresponde às Camadas Física e de Enlace do Modelo OSI, podendo operar sobre uma rede local ou uma rede de longa distância;
- ... se operar em uma Rede Local, a Interface de Rede é uma placa que implementa um protocolo de enlace e de acesso ao meio (e.g., Placa Ethernet operando segundo o Padrão IEEE 802.3);
- ... se operar em um Rede Pública, a Interface de Rede é um subsistema mais complexo que implementa um protocolo de conexão física *host*-IMP (e.g., X.21) e um protocolo de enlace IMP-IMP (e.g., HDLC *High-level Data Link Control*);

6.2 - Camada Inter-Redes

- ... é equivalente a Camada de Rede do Modelo OSI, definindo protocolos para:

✘ transporte não confiável de mensagens - Protocolo IP;

✘ controle de comunicação e informe de erros - *Internet Control Message Protocol* - ICMP;

✘ roteamento de mensagens - Protocolos GGP *Gateway-to-Gateway Protocol*, RIP *Routing Informatio Protocol*, etc.

6.3 - Camada de Transporte

- ... é equivalente à Camada de Transporte do Modelo OSI;
- ... esta camada define 02 protocolos: TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*) e UDP (*User Datagram Protocol*);

✘ ... TCP/IP provê um transporte confiável de dados e garante este transporte mesmo operando em subredes de baixa confiabilidade onde as mensagens estão sujeitas as perdas, duplicação e erros;

✘ ... UDP deixa a confiabilidade do transporte a cargo das camadas inferiores;

6.4 - Camada de Aplicação

- ... especifica protocolos comumente implementados em programas aplicativos;

✘ telnet, rlogin - terminal remoto;

✘ ftp (*File Transfer Protocol*) - transferência de arquivos;

✘ smtp (*Simple Mail Transfer Program*) - correio eletrônico;

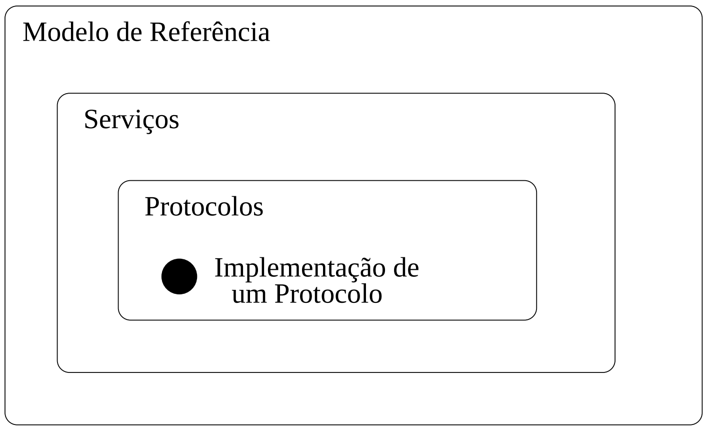
✘ snmp (*Simple Network Management Protocol*) - gerenciamento de rede;

✘ nntp (*Network News Transfer Protocol*) - boletim eletrônico;

✘ etc.

7 - Tipos de Serviços

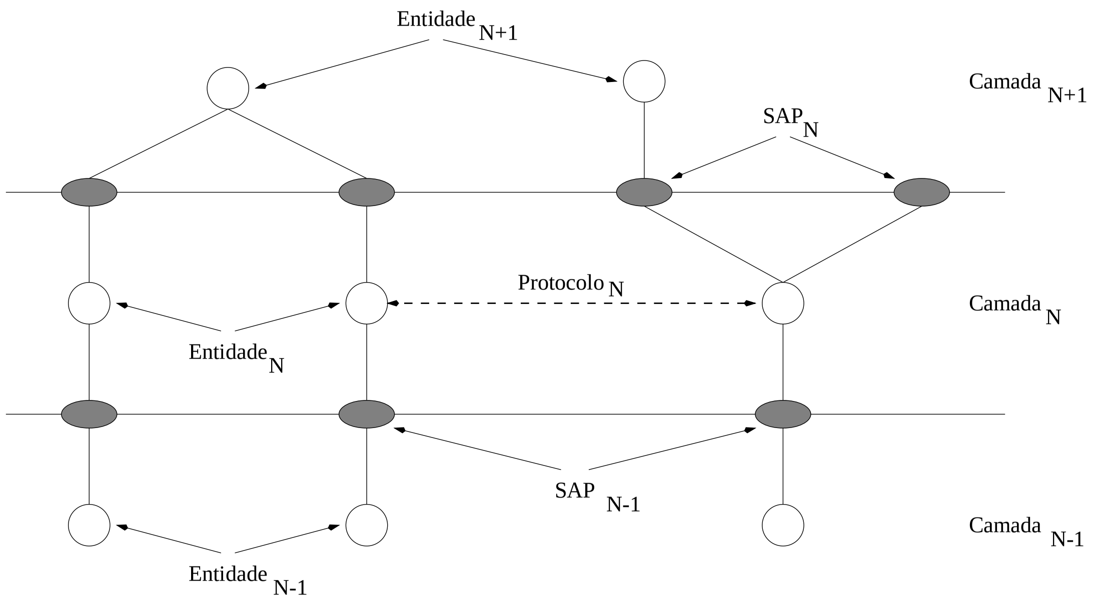
- Modelo de Referência permite a especificação de várias Classes de Serviço.
- Cada Classe de Serviço permite a especificação de várias Classes de Protocolo.
- No nível mais baixo temos a Implementação do Protocolo.



(cont.) 7 - Tipos de Serviços

- Modelo OSI - divide a rede em camadas horizontais cuja finalidade consiste:
  - permitir uma discussão da interação entre elementos pares;
  - funcionalidade de cada camada pode ser desenvolvida de forma gradual;
  - o sistema aberto pode ser visto como uma sucessão de sub-sistemas.
- Elementos ativos em cada camada são chamados de Entidades
  - a entidade na camada N implementa serviços usados na camada N+1;
  - a camada N é provedora de serviços enquanto a camada N+1 é dita usuário de serviços.

(cont.) 7 - Tipos de Serviços



SAP - *Service Access Point*

Entidade - elemento ativo em cada chamada (i.e., processo, controlador de I/O, ...)

(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Conectados e Sem Conexão

- Serviço Conectado:
  - estabelecem um canal lógico entre as entidades comunicantes
  - canal é dito lógico pelo fato de não dispor de uma conexão física exclusiva;
  - multíplos canais lógicos podem compartilhar uma mesma conexão física.
- Tipos de Serviços Conectados:
  - mensagens - têm fronteiras limitadas;
  - cadeias de *bytes* - não têm fronteiras limitadas;
  - serviços típicos: transferência de arquivos, *login* remoto, ...
- Serviço Sem Conexão - análogo a Serviços Postais
  - também denominados Serviços de Datagrama;
  - são mais rápidos, mas não dão garantia de entrega, ausência de duplicação nem de preservação da ordem de envio;
  - serviços típicos: acesso a banco de dados, sincronização de relógios, ...

(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Identificadores

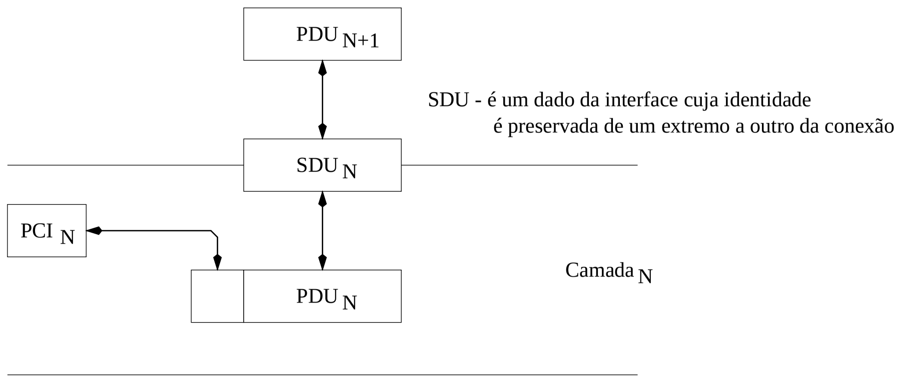
- Com o objetivo de permitir que objetos como Entidades, SAPs e conexões sejam referenciados faz-se necessário um esquema para identificação global:
  - identificadores de Entidades = *Titles*;
  - identificadores de SAPs = Endereços;
  - identificadores de Conexões = *CEP-identifier*.
- Uma Entidade$_N$ possui um Título$_N$.
- Um SAP$_N$ possui um Endereço$_N$.
- Um CEP$_N$ possui um identificador CEP$_N$.

(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Unidades de Dados

- A troca de dados ocorre de duas formas:
  - entre Entidades$_{N+1}$ remotas, sendo a troca governada pelo Protocolo$_N$;
  - entre Entidades$_{N+1}$ e Entidade$_N$ através de um mesmo SAP$_N$.
- As informações trocadas podem ser de **dado** ou de **controle**.
- Assim, 04 tipos de Unidades de Dado podem ser definidas:
  - **informação de controle de protocolo** - informação trocada entre entidades pares com a finalidade de coordenar as suas operações conjuntas;
  - **dado do usuário** - dado transferido entre uma Entidades$_{N+1}$ e uma Entidades$_{N+1}$ par através de serviços suportados por Entidades$_N$;
  - **informação de controle de interface** - informação trocada entre Entidades$_{N+1}$ e Entidade$_N$ para coordenar as interações através do SAP$_N$;
  - **dado de interface** - dado transferido da Entidades$_{N+1}$ à Entidade$_N$ para ser enviado à Entidade$_{N+1}$ par.

(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Unidades de Dados

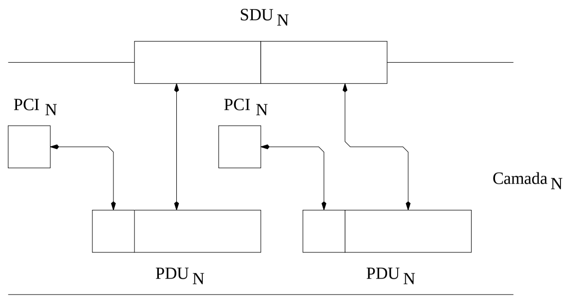
- 02 tipos de Unidade contendo Informações de Dado e Controle:
  - **unidade de dado do protocolo**$_N$ (PDU$_N$) - informação trocada entre entidades pares e constituida de controle e dado do usuário;
  - **unidade de dado de interface**$_{N+1}$ - informação trocada entre uma entidade$_{N+1}$ e uma entidade$_N$ através de um SAP$_N$, sendo constituida de controle e dado do usuário.



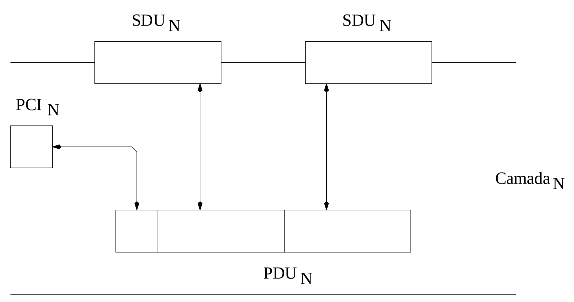
(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Unidades de Dados

- Modelo OSI - não restringe o tamanho da Unidade de Dado.
- Formas de mapeamento possíveis:
  - **segmentação:** função realizada pela entidade$_N$ através da qual uma SDU$_N$ é mapeada em várias PDUs$_N$;
  - **remontagem:** função realizada pela entidade$_N$ par através da qual múltiplas PDUs$_N$ são mapeadas em uma SDU$_N$;
  - **bloqueio:** função realizada por uma entidade$_N$ que mapeia múltiplas SDUs$_N$ em uma PDU$_N$;
  - **desbloqueio:** função realizada por uma entidade$_N$ par que mapeia uma PDU$_N$ em múltiplas SDUs$_N$ correspondentes;
  - **concatenação:** permite uma entidade$_N$ mapear múltiplas PDUs$_N$ em uma SDU$_{N-1}$;
  - **separação:** permite uma entidade$_N$ par mapear uma SDU$_{N-1}$ em múltiplas PDUs$_N$ correspondentes.

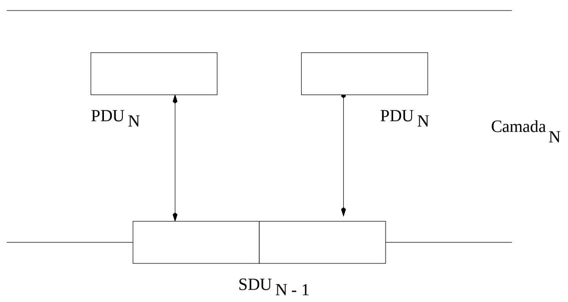
(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Unidades de Dados



Segmentação e Remontagem



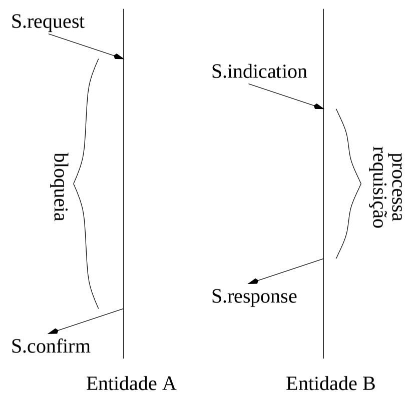
Bloqueio e Desbloqueio



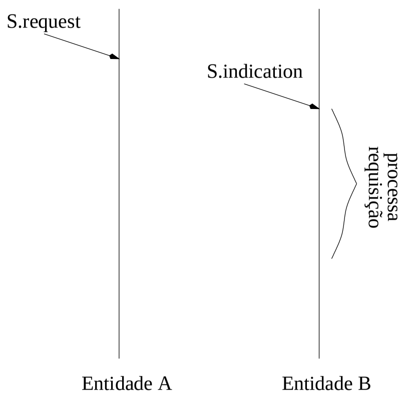
Concatenação e Separação

(cont.) 7 - Tipos de Serviços - Primitivas p/ Requisição de Serviço

- Modelo OSI estabele 04 tipos de primitivas:
  - **requisição:** uma entidade requer a execução de um serviço;
  - **indicação:** uma entidade é informada da ocorrência de um evento;
  - **resposta:** uma entidade deseja responder a um evento;
  - **confirmação:** uma entidade é informada sobre o resultado de sua requisição.



Serviços OSI Confirmados



Serciços OSI Sem Confirmação

7. Protocolos

- Conceito Clássico: define a forma como entidades equivalentes interagem entre si para a realização de um objetivo comum para a prestação de serviços a entidades na camada superior.

- Protocolo da Camada$_N$: conjunto de regras e formatos, representados por aspectos semânticos, sintáticos e temporais, que regem a comunicação entre entidades pares.

- Especificação de Protocolo compreende a descrição ...
  - dos tipos de PDUs;
  - dos procedimentos do protocolo de cada tipo de PDU;
  - dos serviços evocados para transferência de cada tipo de PDU;
  - formal da estrutura da cada tipo de PDU;
  - formal da operação da entidade de protocolo.

(cont.) 7. Protocolos - PDUs

- São formados por 02 partes:
  - uma correspondente aos dados do usuário;
  - e outra contendo informações de controle relativa ao protocolo.

- Estrutura dos PDUs - Especificação do Protocolo
  - Cadeias de Bits
  - ASN.1 (*Abstract Syntax Notation Number One*) + Regras de Codificação

- Cadeia de Bits - protocolos das camadas inferiores.

- ANS.1 - baseada na tipificação dos dados (sintaxe abstrata)
  - protocolos de nível mais alto - protocolos orientados a aplicação

(cont.) 7. Protocolos - Operação do Protocolo

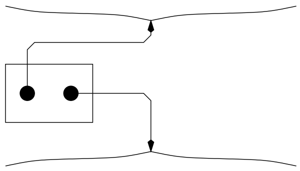
- Entidade de Protocolo é modelada como uma máquina de estados finitos (autômato).
- A transição de um estado para outro ocorre quando um evento válido ocorre na interface do autômato ... exemplos:
  - recepção de uma primitiva de serviço na interface com a camada superior;
  - recepção de uma primitiva na interface com a camada inferior;
  - ocorrência de eventos locais.
- ... associado à ocorrência de um evento válido, o autômato muda de estado e gera alguma ação interna específica.
- O Método de Especificação de Protocolo utiliza uma tabela evento-estado onde cada entrada na tabela especifica o evento saída e o novo estado para o qual o autômato deverá transitar devido a uma combinação evento-de-entrada — estado-atual.

(cont.) 7. Protocolos - Operação do Protocolo

Entrada Atual

	S_0	S_1	S_2	...	S_n	
Evento $_1$						Evento de Entrada camada superior primitivas de serviço
...						
Evento $_x$						
Evento $_{x+1}$						Evento de Entrada camada superior primitivas de serviço
...						
Evento $_y$						
Evento $_{y+1}$						Eventos Locais ex., temporizador
...						
Evento $_z$						

OE_x - Evento de Saída "x"
S_a - Novo Estado "a"



P_0 : OE_x onde P_k é predicado
S_a - Novo Estado "a"
P_2 : OE_y
S_b - Novo Estado "b"