

HISTÓRICO

- ❖ 1969, Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) cria um projeto de pesquisa para criar uma rede experimental de comutação de pacotes – ARPANET – que deveria prover:

robustez;
confiabilidade; e
comunicação de dados independente de fornecedores.

- ❖ 1975, Devido ao grande sucesso, a ARPANET deixa uso experimental e passa a ter uso operacional; seu desenvolvimento continua e a família de protocolos TCP/IP começa a ser concebida.
- ❖ 1979, Internet Control and Configuration Board define o projeto de um protocolo para interconexão de redes;
- ❖ 1980, TCP/IP torna-se padrão na ARPANET;
- ❖ 1983, TCP/IP adotado como padrão militar e a Defence Communication Agency pede a divisão da ARPANET:

Internet = ARPANET + MILNET

- ❖ 1983 – 1985, o TCP/IP é integrado ao BSD/UNIX e disponibilizado a baixo custo;
- ❖ 1985, Nacional Science Foundation (NSF) promove expansão da Internet para a comunidade científica americana – NSFNET
- ❖ 1986 ... 1992, NSF disponibiliza acesso para comunidade científica fora dos Estados Unidos (chegando inclusive ao Brasil);
- ❖ 1993 ... 1998, TCP/IP torna-se padrão 'de fato' para interconexão de redes de diferentes tecnologias; rede passa a ser usada para os mais variados fins;
- ❖ 1997 ... 2000, Mundo usa massivamente a Internet, articula-se e implementa-se em alguns países a Internet 2 (inclusive o Brasil com a RNP2); comunicação em alta velocidade (155/622 Mbps em grosso, 256, 1024, 2048 Kbps no varejo);
- ❖ Hoje, uso massivo no mundo; convergência (dados, voz, vídeo) cada vez maior; disponibilidade em todo lugar (wireless); Gigabit generalizado em backbone, megabit generalizado p/ clientes (inclusive na última milha).

CARACTERÍSTICAS

- ❖ **Padrão de protocolos aberto**, não associado a nenhum tipo específico de hardware (computador) ou sistema operacional;
- ❖ **Independente de hardware específico** para acesso ao meio físico de transmissão (TCP/IP funciona sobre Ethernet, Token-ring, linha discada, X.25, e qualquer outro tipo de meio de transmissão);
- ❖ **Esquema de endereçamento comum** que permite a identificação única de um elemento da rede (na rede local, ou no planeta);
- ❖ **Protocolos de alto nível padronizados** para disponibilização universal e consistente de serviços aos usuários.
- ❖ **Documentação ampla acessível** na própria rede sob a forma de "Request for Comments" – RFC's que não sofrem do rigor imposto aos relatórios técnicos formais. As RFC's contêm as últimas versões das especificações de todos os protocolos TCP/IP padrões;
- ❖ **Interconexão cooperativa de redes**, suportando serviços de comunicação universal (usada em uma rede local ou em uma rede [inter] planetária);
- ❖ **Utilização de tecnologia adequada às necessidades locais** em cada rede;
- ❖ **Interconexão de redes se dá por meio de roteadores.**
- ❖ Protocolos mais importantes: **TCP / UDP / IP**

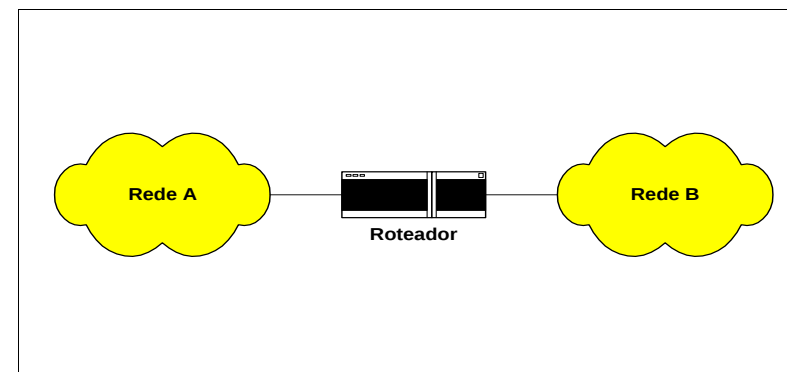


Figura 1. Interconexão de redes

❖ Criação de uma rede virtual única para os usuários:

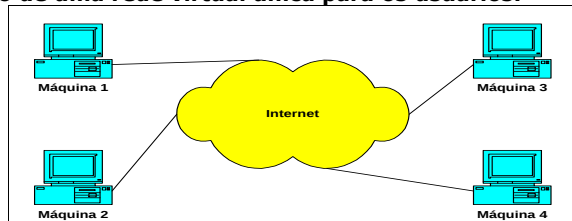


Figura 2. Rede virtual única

❖ Na realidade a rede real se apresenta como um conjunto de redes com diversas arquiteturas/topologias, interligadas por roteadores:

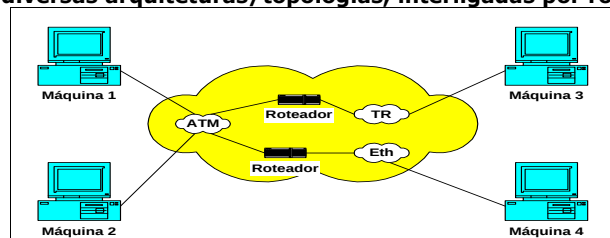


Figura 3. Rede real

ARQUITETURA

❖ A arquitetura TCP/IP – Internet é organizada em quatro camadas (ou níveis) conceituais, construídas sobre uma quinta camada que não faz parte do modelo – chamada intra-rede – como mostrado abaixo.

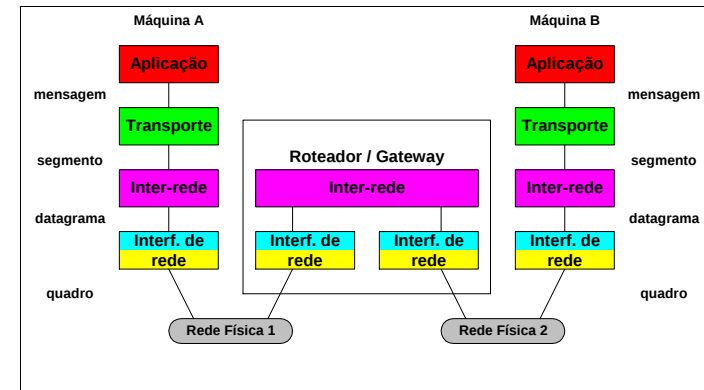


Figura 4. Arquitetura TCP/IP – Internet

Camada de Interface de Rede

❖ Fornece o serviço de entrega de dados entre máquinas diretamente conectadas entre si; Em geral, desempenha as funções de enlace de dados e de acesso físico do padrão RM-OSI. Suas funções compreendem:

- ♦ Recebe datagramas IP da camada rede (ou inter-rede) e os transmite sobre a tecnologia de rede física disponível;
- ♦ Faz o encapsulamento de datagramas IP em quadros da rede (eventualmente com fragmentação);
- ♦ Faz o mapeamento de endereços lógicos Internet em endereços físicos de equipamentos na rede;
- ♦ Em geral é implementada através de gerentes ("drivers") de dispositivos;
- ♦ Permite a implantação do TCP/IP sobre qualquer hardware de rede ou sistema de comunicação de dados (Ethernet, Token Ring, FDDI, X25, Frame Relay, ATM, linhas seriais, etc.). Em linhas seriais é comum o uso do protocolo SLIP, PPP ou outro protocolo proprietário.

Mapeamento de endereços lógicos Internet em endereços físicos de rede

❖ Endereços IP são lógicos (só existem em software); para usar a rede física com tecnologia de difusão (Ethernet, por exemplo) é necessário que se faça o mapeamento do endereço lógico no endereço físico! Como se faz isso?

- ❖ Usando o protocolo ARP – “Address Resolution Protocol” – Através de uma mensagem de difusão (“broadcast”) uma máquina pergunta na rede local qual o endereço físico correspondente a um determinado endereço IP. Somente a máquina referenciada responde à solicitação.

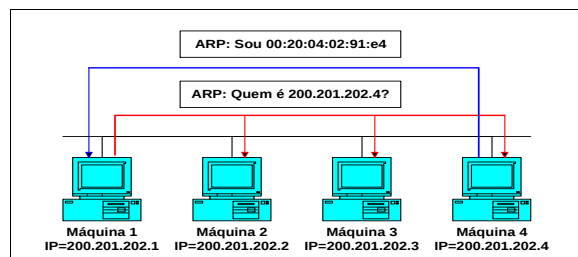


Figura 5. Consulta / Resposta ARP

- ❖ Funciona eficientemente porque há uma tabela de mapeamento ARP em cada máquina da rede;
- ❖ A máquina que faz uma pergunta na rede já informa seu endereço IP e seu endereço físico; as máquinas que ouvem a pergunta armazenam essa informação nas suas tabelas ARP.

Mapeamento de endereços físicos de rede em endereços lógicos Internet

- ❖ De modo semelhante ao ARP, um serviço de mapeamento de endereços físicos em endereços lógicos Internet pode ser disponibilizado através do protocolo RARP – “Reverse Address Resolution Protocol”. Usado por estações sem disco (“diskless”).
- ❖ Através de uma mensagem de difusão uma máquina pergunta qual o endereço lógico Internet corresponde ao seu endereço físico. Uma máquina da rede configurada como servidor RARP vai responder a pergunta, consultando uma base de dados. É a base do serviço DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

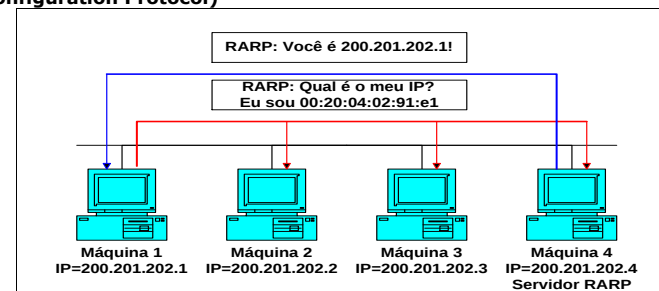


Figura 6. Consulta / Resposta RARP

Camada de Inter-rede (ou somente Rede)

- ❖ A camada de inter-rede fornece o serviço de entrega de datagramas IP, sobre o qual é baseada a rede TCP/IP. É o ‘tijolo’ de construção da internet. Suas funções compreendem:
 - ♦ Montagem de datagramas IP a partir de segmentos recebidos da camada de transporte (fragmentação de segmentos);
 - ♦ Montagem de segmentos para a camada de transporte a partir de datagramas IP recebidos da camada de acesso ao meio físico (desfragmentação de segmentos);
 - ♦ Transmissão de dados sem conexão e não confiável (modo datagrama);
 - ♦ Identificação de máquina de origem e máquina de destino;
 - ♦ Encaminhamento (roteamento) de datagramas IP através da rede lógica;
 - ♦ Integração de diversas redes físicas formando uma única rede lógica.

Datagrama IP

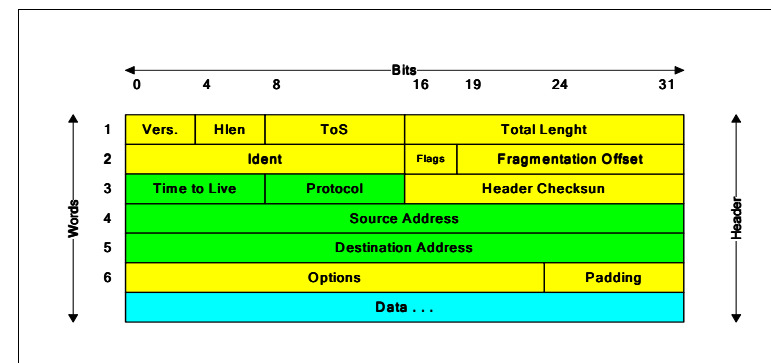


Figura 7. Datagrama IP

- ❖ Version: versão do IP (atualmente 4);
- ❖ Hlen: tamanho do cabeçalho do datagrama;
- ❖ ToS: tipo do serviço (precedência normal/controle, baixo retardo, alta eficiência, alta confiabilidade), sem garantia de cumprimento;
- ❖ Total Length: tamanho total do datagrama (máximo de 64 Kbytes);
- ❖ Ident: identificação do datagrama (único para cada datagrama);
- ❖ Flags: controle de fragmentação (habilita/desabilita fragmentação, marca de fim do datagrama original);
- ❖ Fragmentation Offset: deslocamento do fragmento;
- ❖ TTL: tempo de vida do datagrama (inicia em N, decrementa a cada passagem por um roteador; chegando em 0 (zero), o datagrama é descartado e é gerada um mensagem de erro);
- ❖ Protocol: protocolo de nível superior (TCP, UDP);
- ❖ Header checksum verificação de integridade do datagrama;
- ❖ Source Address: endereço origem (máquina emissora);
- ❖ Dest Address: endereço destino (máquina receptora);
- ❖ Options: opções de teste e depuração:
 - ♦ Record Route Option: datagrama guarda endereços de roteadores intermediários por onde passou;
 - ♦ Source Route Option: sistema origem define rota que um datagrama deve seguir;
 - ♦ Timestamp Option: datagrama guarda informação sobre data e hora que chegou aos roteadores intermediários;
- ❖ Padding: preenchimento;
- ❖ Data: dados transportados.

Roteamento de Datagramas

- ❖ Roteamento refere-se à forma de encaminhamento dos datagramas através da rede. Nessa tarefa são identificados dois elementos básicos: máquinas emissoras/receptoras ("hosts") e máquinas intermediárias ("routers" e "gateways").

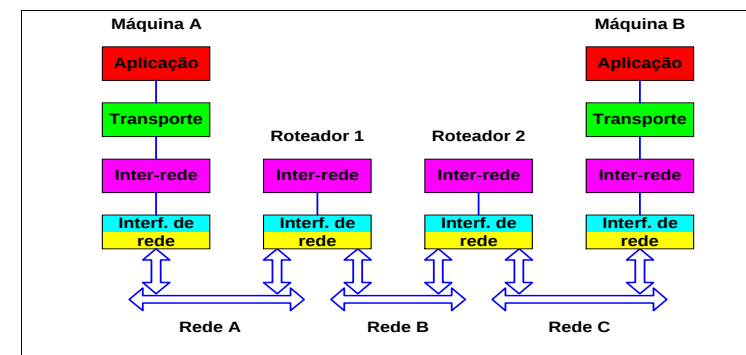


Figura 8. Roteamento de Datagramas

Camada de transporte

- ❖ A camada de transporte fornece o serviço de comunicação fim-a-fim (computador-a-computador) confiável. Suas funções compreendem:
 - ♦ Montagem de segmentos para a camada de rede a partir de mensagens vindas da camada de aplicação (fragmentação);
 - ♦ Montagem de mensagens para a camada de aplicação a partir de segmentos vindos da camada de rede (desfragmentação);
 - ♦ Transmissão de dados sem conexão e não confiável (protocolo UDP) ou com conexão e confiável (protocolo TCP);
 - ♦ Retransmissão temporizada, sequenciamento de segmentos (max. de 64 KB cada), controle de fluxo (através de janela deslizante);
 - ♦ Armazenamento temporário ("buffering") na recepção e transmissão;
 - ♦ Identificação de processos origem e destino.

Protocolo UDP

- ❖ Transporte de dados baseado em serviço sem conexão ("connection less");
- ❖ Baixa sobrecarga;
- ❖ Não confiável;
- ❖ Sem detecção de erros;
- ❖ Sem controle de seqüência;
- ❖ Bom para pequenas quantidades de dados a transmitir;
- ❖ Bom para aplicações do tipo consulta / resposta;
- ❖ Bom para aplicações que tem seus próprios mecanismos de entrega confiável.

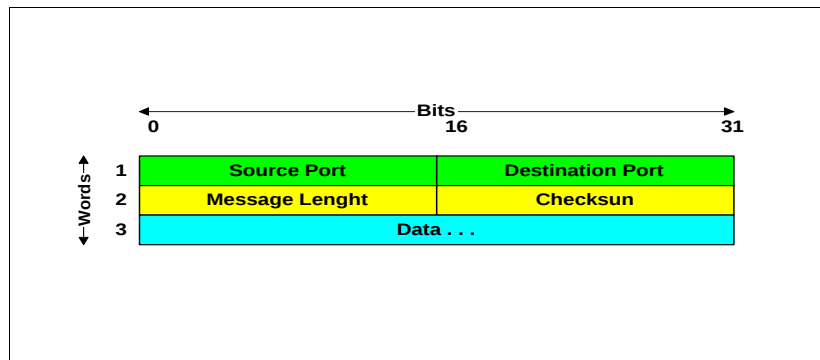


Figura 9. Segmento UDP

Campos:

- ❖ **Source/Destination Port:** porta de origem/destino (identificam os processos envolvidos na conexão);
- ❖ **Message Length:** tamanho do segmento;
- ❖ **Checksum:** verificação de erro;
- ❖ **Data:** início dos dados

Protocolo TCP

- ❖ Baseado em seqüências de bytes não estruturados ("streams");
- ❖ Transporte de dados baseado em serviço com conexão:
 - ♦ Estabelecimento de conexão;
 - ♦ Transferência de dados;
 - ♦ Encerramento de conexão;
- ❖ Maior sobrecarga;
- ❖ Confiável;
- ❖ Com detecção e correção de erros;
- ❖ Com controle de seqüência;
- ❖ Necessário para maiores quantidades de dados a transmitir;
- ❖ Necessário para aplicação do tipo interativa;
- ❖ Necessário para aplicação que não tem seu próprio mecanismo de entrega confiável.

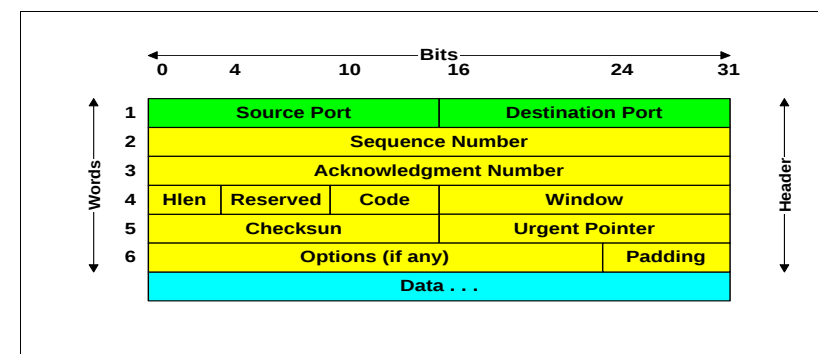


Figura 10. Segmento TCP

- ❖ **Source/Destination Port:** porta de origem/destino (identificam os processos envolvidos na conexão);
- ❖ **Sequence Number:** posição do segmento dentro da seqüência de bytes da/para a aplicação;
- ❖ **Acknowledgment Number:** número do próximo byte esperado no destino;
- ❖ **Hlen:** tamanho do cabeçalho;
- ❖ **Reserved:** reservado;
- ❖ **Code bits:** finalidade do segmento:
 - ♦ **URG:** campo Urgent Pointer é válido;
 - ♦ **ACK:** campo Ack number é válido;
 - ♦ **PSH:** segmento requer um push;
 - ♦ **RST:** reset a conexão;
 - ♦ **SYN:** sincronize números de seqüência;
 - ♦ **FIN:** origem terminou sua seqüência de bytes
- ❖ **Window:** tamanho da janela deslizante (número de segmentos enviados em seqüência antes de receber reconhecimento);
- ❖ **Checksum:** verificação de erro no segmento;
- ❖ **Urgent Pointer:** posição onde os dados urgentes se encontram no segmento;
- ❖ **Options:** tamanho (opcional) máximo de segmento ("Maximum Segment Size");
- ❖ **Padding:** preenchimento;
- ❖ **Data:** dados do segmento.

Camada de Aplicação

- ❖ **TELNET** – “Terminal Network Protocol”: provê o serviço de terminal remoto através da rede;
- ❖ **SSH** – “Secure Shell Protocol”: provê o serviço de terminal remoto através da rede, com transferência de dados criptografados;
- ❖ **FTP** – “File Transfer Protocol”: provê o serviço de transferência de arquivos;
- ❖ **SMTP** – “Simple Mail Transport Protocol”: provê o serviço de correio eletrônico;
- ❖ **DNS** – “Domain Name Service”: provê o serviço de mapeamento de nomes em números IP (e vice-versa);
- ❖ **NFS** – “Network File System”: provê o serviço de compartilhamento de sistemas de arquivos através da rede;
- ❖ **SNMP** – “Simple Network Management Protocol”: provê o serviço de gerenciamento de equipamentos de forma remota.

Encapsulamento de Dados

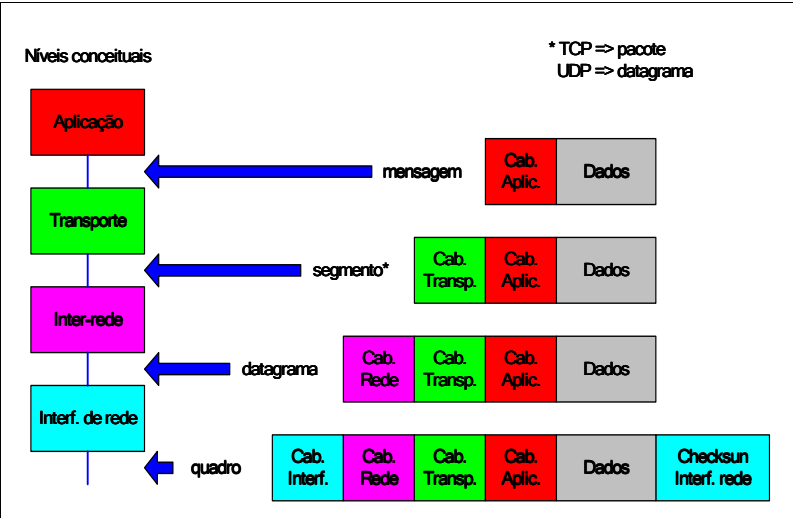


Figura 11. TCP/IP: Encapsulamento de dados

Arquitetura TCP/IP versus Arquitetura RM-OSI

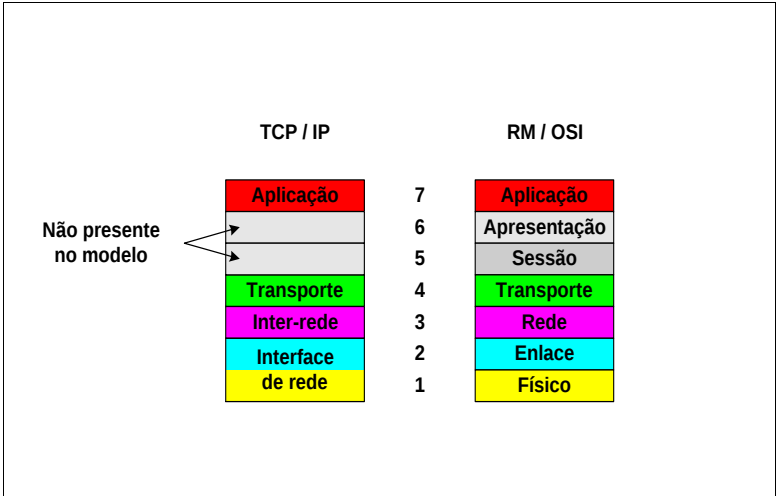


Figura 12. TCP/IP versus RM-OSI