

Capítulo 1

1.1 – Histórico das Redes de Computadores

Em 1974, a Universidade de Stanford, Califórnia/EUA (Bob Kahn e Vinton G. Cerf) desenvolveu e testou com sucesso, um modelo simples de ser implementado para permitir a troca de dados entre computadores, tendo o protocolo TCP (Transmission Control Protocol) como elemento principal.

Devido ao sucesso dessa iniciativa, o Departamento de Defesa Americano (**DoD** – Department of Defense) lança uma RFP (Request for Proposal – Pedido de Proposta) visando implementar um modo eficiente e confiável de troca de dados.

Como resultado dessa RFP, em 1976, o DoD adota o **modelo TCP/IP** (Transmission Control Protocol e Internet Protocol) como referência para a **ARPANET** (Advanced Research Projects Agency Network - Rede da Agência para Projetos de Pesquisa Avançada), com velocidade de 50 Kbps.

A ARPANET foi operada pelos militares durante as duas décadas de sua existência, até 1990, consistindo inicialmente em quatro pontos:

- Universidade da Califórnia;
- O Centro de Pesquisa do Instituto de Pesquisa de Stanford;
- Universidade da Califórnia em Santa Bárbara (UCSB);
- Escola de Computação da Universidade de Utah.

Por este motivo, faz-se referência ao modelo TCP/IP como modelo DoD.

Com uma topologia centralizada, originou-se daí a Internet em seus primórdios, também conhecida como **DARPA Net** (Defense Advanced Research Projects Agency Networks). Era uma rede basicamente voltada para pesquisas militares e não estava disponível para uso civil.

A figura a seguir mostra o mapa da distribuição inicial da rede.

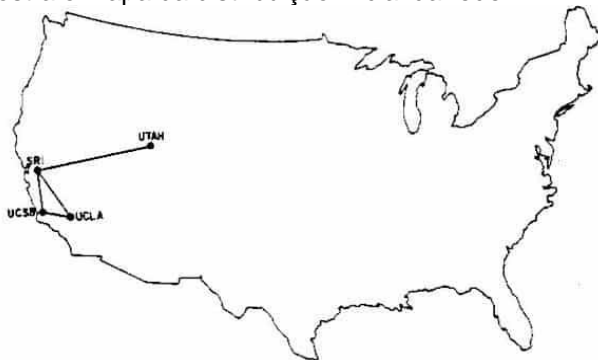


Figura 1.1 - Mapa inicial da rede

1.2 – Comutação de Circuitos

Outra questão importante da rede era o fato dela ser baseada na técnica de comutação de circuitos, o que se mostrou ineficiente para troca de dados.

Este tipo de comutação, que é adotado pela rede de telefonia clássica se caracteriza por três etapas:

- 1- Pelo estabelecimento da conexão dedicada fim a fim entre origem e destino, antes da troca de informações;
- 2- Pela troca de informações entre as partes;
- 3- Pela desconexão, quando a troca de informações termina.

Outros aspectos relevantes quanto a essa técnica são:

- Uso dedicado do meio – não há compartilhamento do mesmo entre outros usuários – o que diminui sua eficiência, pois pode haver períodos de silêncio durante a troca de informações;
- Reserva dos recursos necessários ao longo do caminho, tais como buffers e largura de banda, o que torna a taxa de transmissão garantida;
- A informação segue sempre o mesmo caminho e chega na mesma ordem no destino.

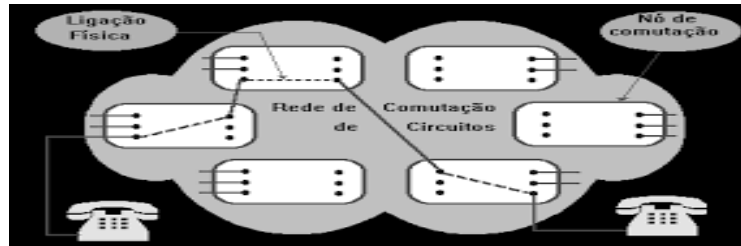


Figura 1.2: Rede de Comutação de Circuitos

1.3 – Modelo TCP/IP

Com o passar dos anos, a DARPA Net evidenciou alguns pontos que deveriam ser melhorados, tais como: maior inteligência na rede, maior redundância e a transição para uma rede baseada em comutação por pacotes, já que a rede baseada em comutação de circuitos não se mostrava muito adequada para a transmissão de dados. Em 1983 ficou definido que todos os computadores conectados a ARPANET passariam a utilizar o **modelo TCP/IP**, que é baseado no conceito de camadas, como será visto mais adiante.

1.4 – Comutação de Pacotes

A **comutação de pacotes** é uma técnica que se caracteriza pelo envio de mensagens de dados, divididas em pequenas unidades chamadas de pacotes. Ela utiliza melhor os recursos da rede, uma vez que são empregadas técnicas de multiplexagem temporal estatística.

A comutação de pacotes pode ser feita de duas maneiras:

- Com conexão (circuito virtual): é estabelecido um caminho virtual fixo por onde todos os pacotes seguirão. Uma grande vantagem dessa comutação é que oferece a garantia de entrega dos pacotes e de forma ordenada. Ex: ATM (comutação de células) e Frame Relay;
- Sem conexão (datagrama): os pacotes são tratados de maneira independente na rede, podem seguir caminhos distintos e, assim sendo, podem chegar fora de ordem no destino. Nesse caso, será necessário reordená-los. Cada pacote deverá ter os endereços de origem e de destino.
Ex: IP, E-mail.

Em ambos os casos acima, os pacotes são multiplexados por equipamentos de alta capacidade, proporcionando o compartilhamento do meio por diversos usuários, o que torna a comutação de pacotes mais eficiente do que a comutação de circuitos, além de diminuir seu custo e melhorar o desempenho da rede. Com o tamanho limitado dos pacotes, os nós de comutação requerem menor capacidade de armazenamento. Outro aspecto importante é o mecanismo de recuperação de erro, que é mais eficiente pois, se houver erro num determinado pacote, apenas ele será retransmitido e não a mensagem inteira.

Uma desvantagem é quanto ao fato dos buffers de saída dos comutadores estarem ocupados transmitindo outros pacotes. Nesse caso, o pacote que chega terá que aguardar no buffer de saída, o que gera atraso na sua transmissão. Se um buffer estiver lotado, haverá perda de pacote, pois um pacote que está chegando ou um dos que estão na fila será descartado.

Outros aspectos técnicos relevantes nessa técnica de comutação são:

- É utilizado o tipo de transmissão *store-and-forward*, ou seja, um pacote é recebido e armazenado por completo por um equipamento da rede e depois encaminhado para o próximo destino;
- Por trabalhar com pequenas unidades chamadas de pacotes, os comutadores da rede melhoram sua eficiência, pois o tempo de processamento de um pacote é bem menor do que o tempo necessário para processar uma mensagem inteira;

- É mais tolerante a falhas em relação a comutação de circuitos, pois os pacotes podem percorrer caminhos alternativos até o destino, de forma a contornar falhas de equipamentos de comutação no núcleo da rede.

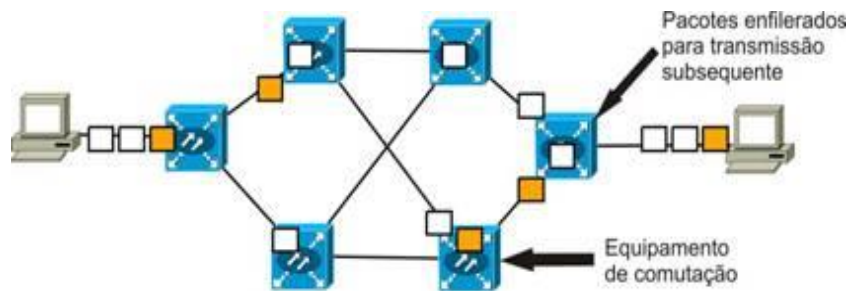


Figura 1.3: Rede de Comutação por Pacotes

1.5 - Cronograma Macro

Em resumo, temos algumas datas importantes no desenvolvimento da Internet:

- **1968** Foi desenvolvido pela ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) o primeiro *backbone*. O objetivo desse projeto era interligar várias universidades e a área militar;
- **1975** A ARPA deu lugar ao DARPA (*Defence Advanced Research Projects Agency*) e começou a desenvolver os protocolos TCP/IP;
- **1979** Foi formado comitê ICCB (*Internet Control and Configuration Board*) para gerir o desenvolvimento do TCP/IP;
- **1983** A DARPA cedeu os direitos do código dos protocolos TCP/IP à Universidade da Califórnia para que fosse distribuído na versão UNIX. A DARPA exigiu que todos os PCs ligados ao ARPANET usassem os protocolos TCP/IP. Esses protocolos difundiram-se rapidamente, visto não serem produtos comerciais;
- **1985** A Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos (*NSF*) criou a NSFNET, que era uma rede de alta capacidade destinada a atender, tanto nos EUA como noutros países, as entidades científicas e de pesquisa;
- **1987** A Internet passou a ser comercializada nos EUA;
- **1989** A ARPANET deu lugar à NSFNET e o ICCB foi substituído pela IAB (*Internet Advisory Board*). A IAB possuía dois grupos principais: o IRTF (*Internet Research Task Force*) e o IETF (*Internet Engineering Task Force*);
- **1992** Começaram a aparecer diversos ISP (*Internet Service Provider*) dando-se início à massificação da Internet o serviço responsável pela massificação foi o www que surgiu neste ano.
- **A partir de 1992** Muitas redes foram desenvolvidas sobre o TCP/IP, novas aplicações criadas e um conjunto de serviços desenvolvidos de forma a melhorar e a diferenciar o tráfego que circula na Internet.
- **Em 1995**, o **Brasil** veio a conhecer uma tecnologia em o cidadão comum podia ter acesso à internet na modalidade IP discado. Sete anos antes, em 1988, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) foram duas instituições pioneiras em se conectar à Bitnet, tecnologia anterior à internet e ao World Wide Web, que permitia a transferência de arquivos em texto por correio eletrônico. Um ano depois, surgiu o projeto Rede Nacional de Pesquisa, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com o objetivo de disseminar o uso de redes no país.

1.6 A importância da Internet

A comunicação pela Internet tornou-se parte fundamental do nosso cotidiano. Nela, podemos fornecer ou acessar informações sobre as condições atmosféricas, preços de ações, condições de aeroportos, trocar e-mails, enviar e receber fotos, vídeos, arquivos de texto, fazer ligações telefônicas, acessar bancos, ler jornais, fazer compras e etc.

Embora pareça operar como uma rede unificada, a Internet não é composta de uma única tecnologia de rede, mas sim, opera com a interligação de variadas redes de tecnologias bastante distintas.

A Internet permite a interconexão de uma enorme quantidade de dispositivos computacionais ao redor do mundo, que estão conectados em redes físicas e que seguem um conjunto de convenções que permite a interação desses dispositivos.

Até pouco tempo, os computadores e servidores eram os grandes “atores” no contexto da Internet. No entanto, cada vez mais dispositivos a estão utilizando, como por exemplo, as TVs, jogos eletrônicos, celulares, webcams, automóveis, sistemas de segurança e etc.

Cabe ao IETF (Internet Engineering Task Force), a responsabilidade pelos padrões de protocolos e outros aspectos técnicos que regem a Internet.

A Internet é uma rede de comutação de pacotes sem conexão.

Agora, assista os vídeos a seguir e responda as perguntas abaixo.

- (vídeo sugerido): https://www.youtube.com/watch?v=MIT8wJmg_u0

Vídeo 2: Redes e Internet

[..\VÍDEOS Novas Tecnologias\Internet\Redes e Internet \(série Bits e Bytes, prog. 5\) duration 01222.mp4](#)

- (vídeo sugerido): <https://www.youtube.com/watch?v=HNQD0qJ0TC4&t=13s>

Vídeo 3: Como funciona a Internet Parte 1

[..\VÍDEOS Novas Tecnologias\Internet\Como funciona a Internet - parte1.mp4](#)

- **Vídeo 4: Como funciona a Internet Parte 2**

[..\VÍDEOS Novas Tecnologias\Internet\Como funciona a Internet - parte 2.mp4](#)

Veja o que está acontecendo na Internet neste momento através do link:
<https://www.internetlivestats.com>

Exercícios sobre os vídeos 2, 3 e 4:

- 1- Que tipo de empresa fornece as conexões para que os computadores tenham acesso à Internet e em que década o nome Internet começou a ser usado?

Resposta:

- 2- Quem é o dono da Internet e onde fica localizado seu computador central?

Resposta:

- 3- Qual é o elemento responsável por realizar a comunicação entre as várias redes que compõem a Internet e por dividir as mensagens em pacotes?

Resposta:

- 4- Quando você acessa a Internet, qual é o elemento responsável no seu computador por reconstituir as fotos, vídeos, som, etc, que foram transformadas em pacotes na Internet?

Resposta:

- 5- O que é um protocolo usado nas redes de computadores?

Resposta:

- 6- O que significa IP?

Resposta:

- 7- Como é chamada a técnica de comutação usada na Internet?

Resposta:

- 8- Cite dois exemplos de meios de transmissão usados na Internet.

Resposta:

- 9- O que são os Sistemas Autônomos?

Resposta:

- 10- Qual o significado da sigla PTT e para que ele serve?

Resposta:

CAPÍTULO 2 – Modelos OSI e TCP/IP

2.1 O Modelo OSI (Open System Interconnection)

É um modelo de referência desenvolvido pela ISO (International Standard Organization) em 1984, que descreve como as informações de um aplicativo de software em um computador se move através de uma rede para uma aplicação de software em outro computador .

O OSI é um modelo conceitual composto de sete camadas, cada uma especificando funções de rede específicas. O modelo OSI divide as tarefas envolvidas com informações em movimento entre computadores em rede em menores tarefas , mais gerenciáveis. Uma tarefa ou grupo de tarefas é então atribuído a cada uma das sete camadas OSI .

Cada camada é razoavelmente auto-suficiente, de modo a que as tarefas atribuídas a cada camada podem ser implementadas de forma independente .

Como um dos grandes benefícios, o modelo OSI possibilitou a interconexão através de rede, de equipamentos de fabricantes diferentes.

A seguir serão analisadas as sete camadas ou sete níveis do modelo OSI, bem como suas funções e exemplos referentes aos protocolos existentes para cada um deles.

1.5 – Modelo OSI

No início dos anos 80, a ISO (International Organization for Standardization), pesquisadores e representantes de diversos fabricantes, criam um grupo para resolver os problemas de tecnologias e compatibilidade entre os equipamentos. Em 1984 surge então o Modelo OSI, que foi desenvolvido para padronizar a comunicação de dados e como consequência permitir a interoperabilidade de equipamentos de fabricantes diferentes.

Esse é um modelo de referência que utiliza sistemas abertos (não proprietários) e também emprega o conceito de camadas, tal qual o TCP/IP. Sua adoção não é obrigatória, porém, poderá haver problemas de compatibilidade com outros equipamentos, caso não seja implementado.

1.6 – Benefícios do uso de camadas

O emprego do conceito de camadas tanto no Modelo TCP/IP quanto no Modelo OSI, traz benefícios não apenas para os fabricantes de equipamentos e desenvolvedores de softwares, mas também para os engenheiros, analistas e técnicos de redes que trabalham nas áreas de suporte ou solução de problemas na rede.

Dentre os principais benefícios, destacam-se:

- Reduz a complexidade da rede ao compartimentar as funções dos modelos;
- Torna clara a função geral de cada camada;
- Fornece uma estrutura bem definida para os desenvolvedores usarem ao escrever aplicativos e para os fornecedores para fabricar hardwares;
- Simplifica a solução de problemas, estreitando o foco para localizá-los na rede;
- Facilita a especialização de desenvolvedores, fabricantes e profissionais da indústria.

• Camada 7: APLICAÇÃO

O sétimo nível, o de aplicação, fornece ao usuário uma interface que permite acesso a diversos serviços de aplicação, convertendo as diferenças entre diferentes fabricantes para um denominador comum.

Por exemplo, em uma transferência de arquivos entre máquinas de diferentes fabricantes, podem haver convenções de nomes diferentes (DOS tem uma limitação de somente 8 caracteres para o nome de arquivo, UNIX não), formas diferentes de representar as linhas, e assim por diante. Transferir um arquivo entre os dois sistemas requer uma forma de trabalhar com essas incompatibilidades, e essa é a função do nível de aplicação.

O nível de aplicação sem dúvida nenhuma é o nível que possui o maior número de protocolos existentes, devido ao fato de estar mais perto do usuário, e os usuários possuírem necessidades diferentes. Algumas aplicações deste nível são transferência de arquivos, correio eletrônico e terminais virtuais, entre outras.

Exemplos de protocolos deste nível são o NFS (Network File System), o X.400, o SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), bases de dados distribuídas, telnet, FTP (File Transfer

Protocol), SNMP (Simple Network Management Protocol), CMIP (Common Management Information Protocol), X.500.

A unidade básica de transmissão desta camada é a mensagem (ou dados).

- **Camada 6: APRESENTAÇÃO**

A função do nível 6 é assegurar que a informação seja transmitida de tal forma que possa ser entendida e usada pelo receptor. Dessa forma, este nível pode modificar a sintaxe da mensagem, mas preservando sua semântica. Por exemplo, uma aplicação pode gerar uma mensagem em ASCII mesmo que a estação interlocutora utilize outra forma de codificação (como EBCDIC). A tradução entre os dois formatos é feita neste nível.

O nível de apresentação também é responsável por outros aspectos da representação dos dados, como criptografia e compressão de dados. Exemplos de protocolos desta camada: GIF, MPEG e JPEG.

A unidade básica de transmissão desta camada é a mensagem (ou dados).

- **Camada 5: SESSÃO**

A função do nível 5 do modelo OSI é administrar e sincronizar diálogos entre dois processos de aplicação. Este nível oferece dois tipos principais de diálogo: half-duplex e full-duplex.

Uma sessão permite transporte de dados de uma maneira mais refinada que o nível de transporte em determinadas aplicações. Uma sessão pode ser aberta entre duas estações a fim de permitir a um usuário se “logar” em um sistema remoto ou transferir um arquivo entre essas estações. Os protocolos desse nível tratam de sincronizações (checkpoints) na transferência de arquivos.

Exemplo de protocolos que se enquadra neste nível são o RPC (Remote Procedure Call) e o NetBIOS.

A unidade básica de transmissão desta camada é a mensagem (ou dados).

- **Camada 4: TRANSPORTE**

O nível de transporte inclui funções relacionadas com conexões entre a máquina fonte e máquina destino, segmentando os dados em unidades de tamanho apropriado para utilização pelo nível de rede.

Sob condições normais, o nível de transporte cria uma conexão distinta para cada conexão de transporte requisitada pelo nível superior. Se a conexão de transporte requisitada necessita uma alta taxa de transmissão de dados, este nível pode criar múltiplas conexões de rede, dividindo os dados através da rede para aumentar a velocidade de transmissão. Por outro lado, se é caro manter uma conexão de rede, a camada de transporte pode multiplexar várias conexões de transporte na mesma conexão de rede, a fim de reduzir custos. Em ambos os casos, a camada de transporte deixa essa multiplexação transparente ao nível superior.

O nível de transporte é o primeiro que trabalha com conexões lógicas fim a fim, ou seja, um programa na máquina fonte conversa com um programa similar na máquina destino, diferentemente dos níveis anteriores, que conversavam somente com o nó vizinho. Vale ressaltar que a conexão criada pelo nível de transporte é uma conexão lógica, e os dados são transmitidos somente pelo meio físico, através do nível 1 do modelo. Assim, os dados devem descer nível a nível até atingir o nível 1, para então serem transmitidos à máquina remota.

Resumindo, as principais funções do nível de transporte são as seguintes:

- Criar conexões para cada requisição vinda do nível superior;
 - Multiplexar as várias requisições vindas da camada superior em uma única conexão de rede;
 - Dividir as mensagens em tamanhos menores, a fim de que possam ser tratadas pelo nível de rede;
- Como exemplos de protocolos de nível de transporte temos o TCP (Transmission Control Protocol) e o UDP (User Datagram Protocol).

A unidade básica de transmissão desta camada é o segmento (protocolo TCP) e o Datagrama UDP (protocolo UDP).

- **Camada 3: REDE**

O nível de rede tem a função de controlar a operação da rede de um modo geral. O principal aspecto é executar o roteamento dos pacotes entre fonte e destino, principalmente

quando existem caminhos diferentes para conectar entre si dois nós da rede. Em redes de longa distância é comum que a mensagem chegue do nó fonte ao nó destino passando por diversos nós intermediários no meio do caminho, e é tarefa do nível de rede escolher o melhor caminho para essa mensagem.

A escolha da melhor rota pode ser baseada em tabelas estáticas, que são configuradas na criação da rede e são raramente modificadas, pode também ser determinada no início de cada conversação, ou ser altamente dinâmica, sendo determinada a cada novo pacote, a fim de refletir exatamente a carga da rede naquele instante.

Se muitos pacotes estão sendo transmitidos através dos mesmos caminhos, eles vão diminuir o desempenho global da rede, formando gargalos.

O protocolo IP (Internet Protocol) trabalha na camada de Rede.

A unidade básica de transmissão desta camada é o pacote.

- **Camada 2: ENLACE**

O principal objetivo do nível de enlace é receber/transmitir uma sequência de bits do/para o nível físico e transformá-los em uma linha que esteja livre de erros de transmissão, a fim de que essa informação seja utilizada pelo nível de rede.

A camada de enlace também é responsável pelo controle de acesso ao meio.

Exemplos de protocolos desta camada: Ethernet, Wi-Fi e PPP (point to point protocol), ATM, Frame Relay.

A unidade básica de transmissão desta camada é o quadro (frame).

- **Camada 1: FÍSICA**

É a camada responsável por transmitir uma sequência de bits pelo meio físico e trabalha basicamente com as características mecânicas e elétricas do meio físico, como por exemplo:

- Número de volts que devem representar os níveis lógicos "1" e "0";
- Velocidade máxima da transmissão;
- Número de pinos do conector e utilidade de cada um;
- Diâmetro dos condutores.

Nessa camada são realizadas a codificação/decodificação dos dados que serão lançados no meio físico (ex: códigos AMI, NRZ, RZ), os meios físicos a serem utilizados (ex: cabo de par trançado, fibra óptica, ar), conectores (ex: RJ-45, V.35, RS-232) e equipamentos (ex: SDH, PDH, Wi-Fi, MODEM, Bluetooth).

A unidade básica de transmissão – PDU, desta camada é o bit.

2.2 O Modelo TCP/IP

O modelo TCP/IP foi descrito em 1989 onde foram definidas 4 camadas e mais tarde, em 1993, foi publicada uma RFC (Request For Comments), onde é citada a existência de 5 camadas.

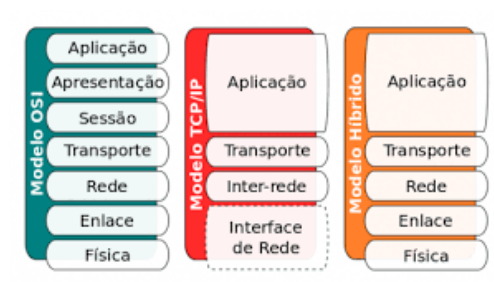


Figura 2.1 – Modelo TCP/IP

2.3 Camadas e Unidades de Transmissão

