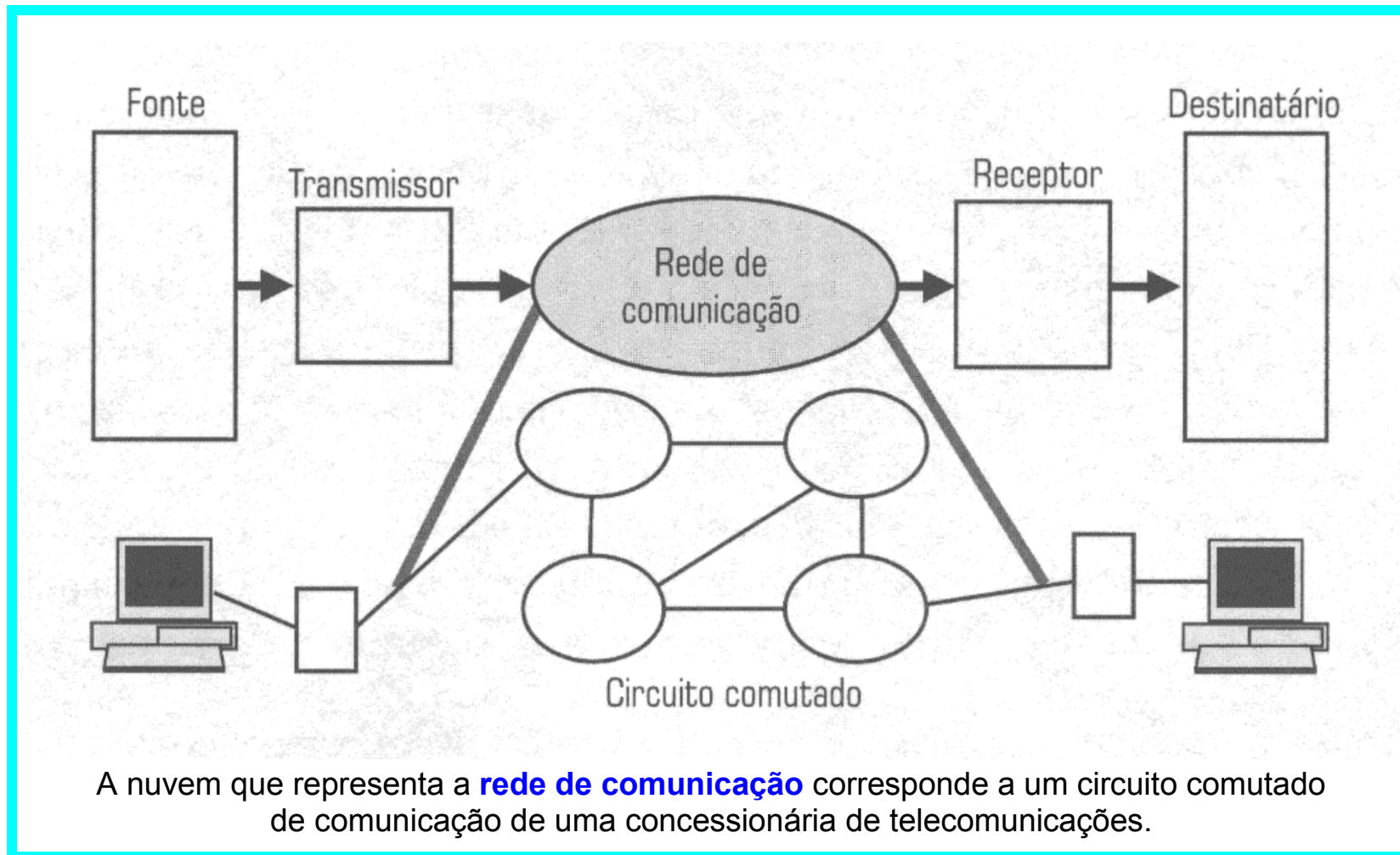
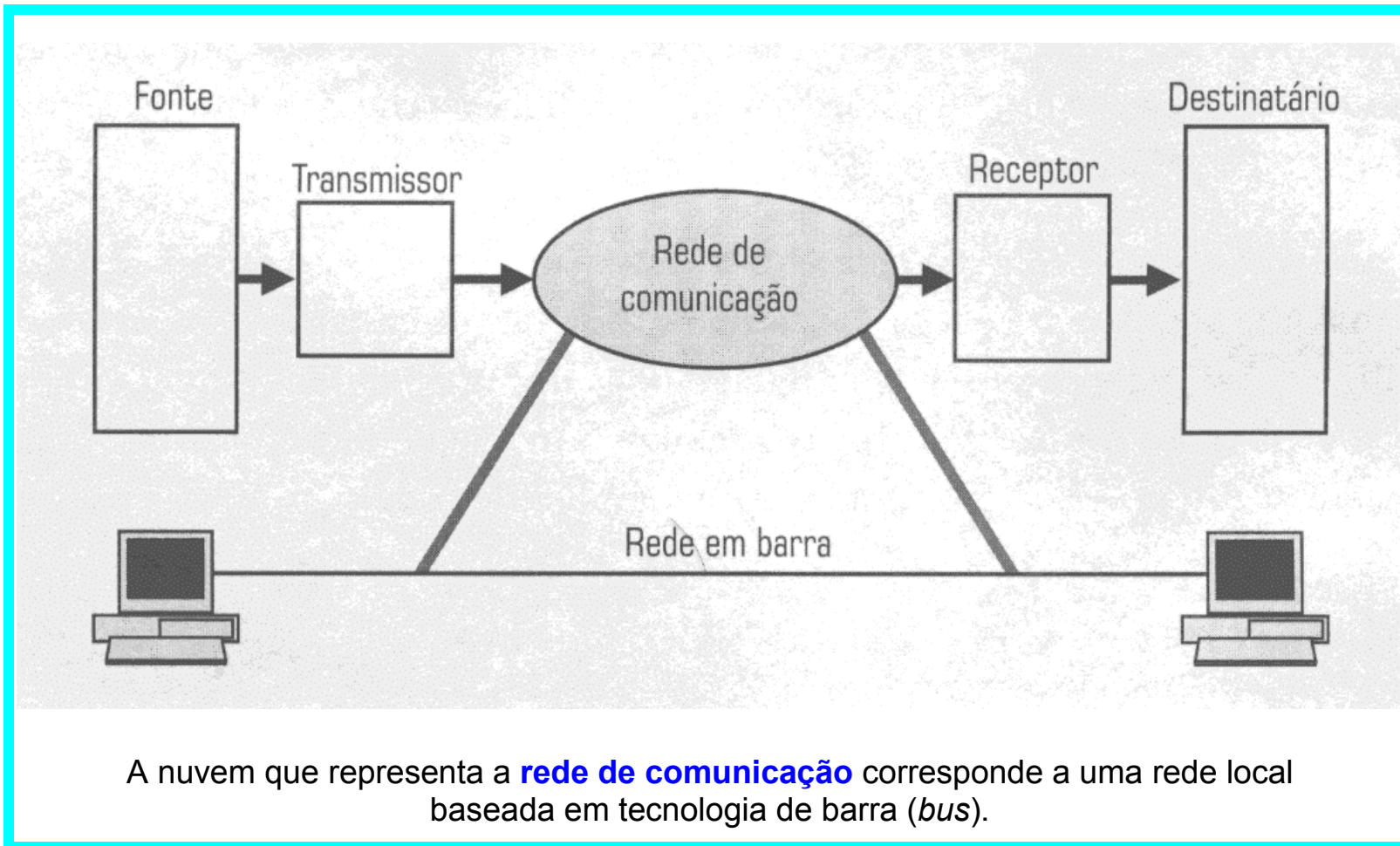


Redes de Comunicações

Sistemas em que um conjunto de dispositivos, enlaces de comunicação e pacotes de software permitem que pessoas e equipamentos possam trocar informações.

- Telégrafo de Morse (1830).
- Linhas telefônicas ponto-a-ponto, Graham Bell (1876).
- Linhas comutadas por operadores humanos (século XIX).
- Linhas comutadas por dispositivos eletromagnéticos (anos 90, século XIX).
- Estações de comutação computadorizadas (anos 70, século XX).
 - Pública ou privada de telefonia, *wired* ou *wireless*;
 - Privada de TV a cabo;
 - De comunicações por satélite;
 - Pública ou privada de pacotes /quadros/células; ...





Redes de Computadores

Sistema em que conjuntos de computadores e periféricos são interconectados, compartilhando recursos, com o intuito de executar uma tarefa.

- Charles Babbage e Joseph Marie Jacquard desenvolvem máquinas que podem ser consideradas precursoras dos computadores (século XIX).
- Primeiros computadores modernos começam a ser desenvolvidos entre 1930 e 1940.
- ❖ USA - Eckert e Mauchly desenvolvem o ENIAC (WWII).
- ❖ USA - Remington comercializa o ENIAC, sob o nome de Univac.
- ❖ Alemanha - Konrad Zuse desenvolve máquina muito parecida com computador ('30).
- ❖ Inglaterra - Projeto Coloussus (WWII).
- ❖ Inglaterra - Professor Wilkes, de Cambridge, desenvolve o EDSAC (1946).
- ⇒ Durante as duas primeiras décadas os computadores eram altamente centralizados, usualmente ocupando uma única grande sala (centro computacional), aonde os usuários traziam seus trabalhos para serem processados.
- ⇒ Um ou dois computadores por Universidade ou empresa de médio porte, no máximo poucas dezenas em grandes instituições.

Início das Redes de Computadores:

Os sistemas computacionais passaram a se organizar em redes de computadores a partir da combinação de computadores e técnicas de comunicações.

Objetivos:

- Compartilhamento de recursos;
- Confiabilidade;
- Economia de recursos financeiros.

Teleprocessamento:

Denominação proprietária da IBM para a técnica de interligar computadores e recursos localizados geograficamente dispersos.

Arpanet:

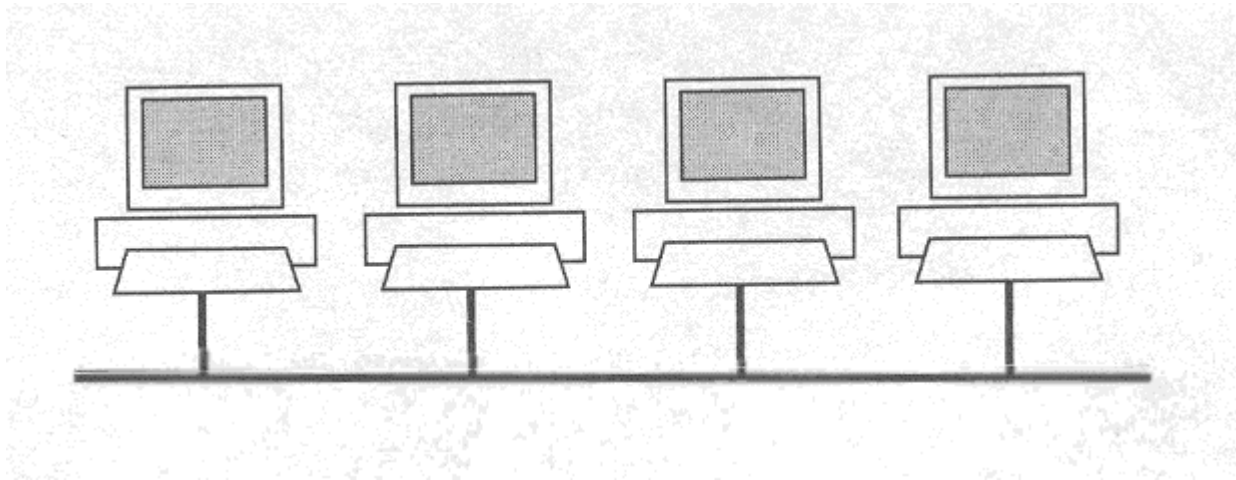
Projeto do governo Americano para interligar computadores em rede, que deu origem à Internet.

Classificação quanto ao tipo de transmissão { Redes *Broadcast* (ou Redes Multiponto)
Redes *Point-to-point*

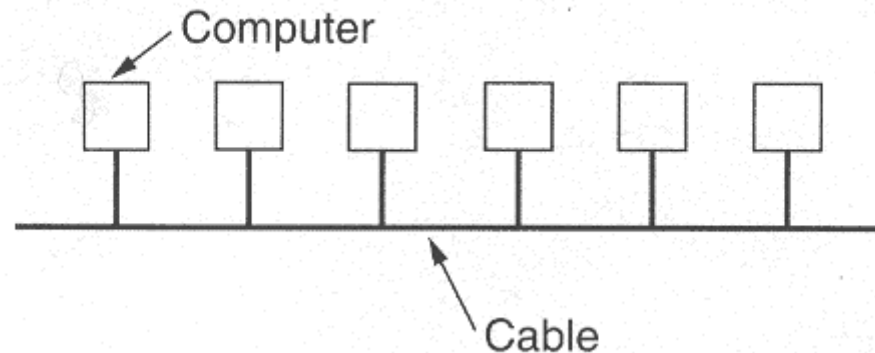
Classificação quanto à escala { Redes Locais (LANs)
Redes Metropolitanas (MANs)
Redes Geograficamente distribuídas (WANs)

Classificação quanto ao tipo de transmissão:
Redes Broadcast (ou Redes Multiponto)

- Um único canal de comunicação é compartilhado por todas as máquinas na rede.
- Em geral usada por redes pequenas, geograficamente localizadas (LANs e MANs).
- Neste tipo de transmissão os pacotes podem ser destinados a:
 - Um específico endereço: Mensagens enviadas por qualquer máquina são recebidas por todas as outras. Um campo para endereço, dentro do pacote, especifica para quem ele é dirigido. Ao receber um pacote, uma máquina verifica o campo de endereço, se o pacote é para ela, é processado. Se não, é ignorado.
 - A todos os endereços: *broadcasting*.
 - A um sub-conjunto de endereços: *multicasting*.

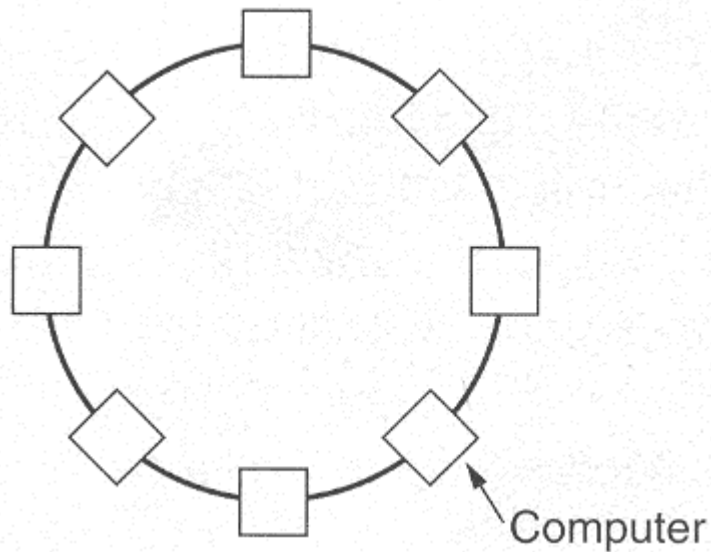


Rede *Broadcast* em Barra (*Bus*).



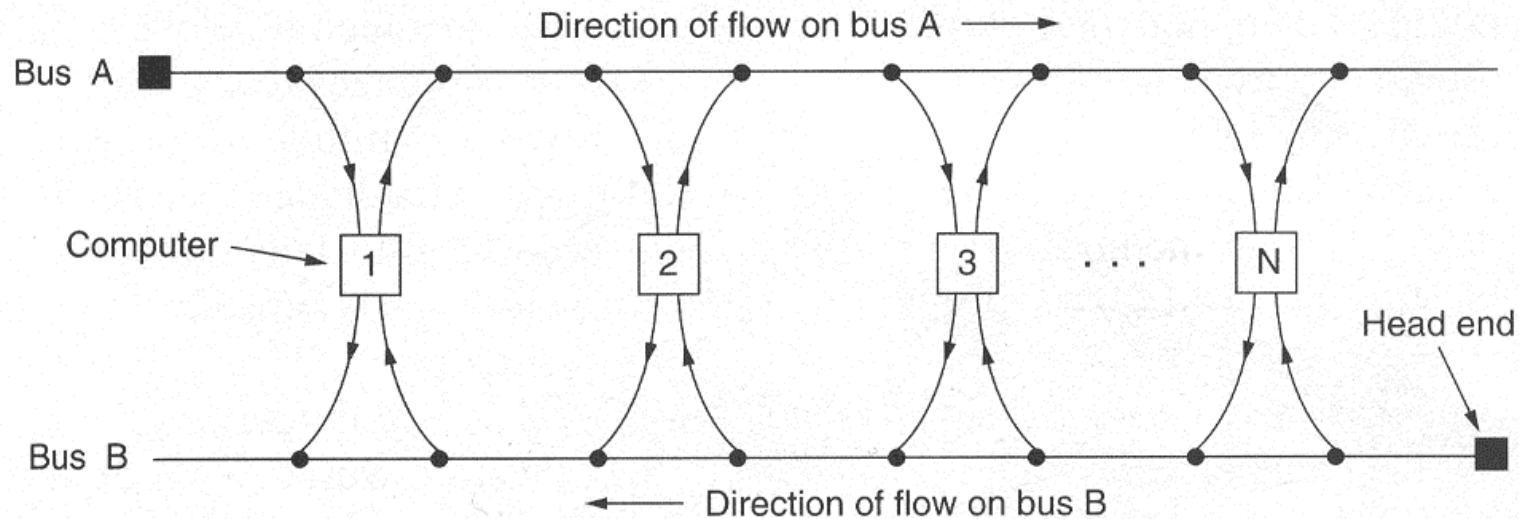
- Em uma rede *bus* (isto é, um cabo linear), a qualquer instante uma determinada máquina pode transmitir, enquanto que todas as outras máquinas ficam impedidas.
- Um mecanismo para arbitrar conflitos é utilizado quando mais máquinas desejam transmitir simultaneamente.
- A rede Ethernet (IEEE 802.3) é um exemplo de rede *bus*.
- Computadores na Ethernet podem transmitir quando desejarem. No entanto, se dois ou mais pacotes colidem, cada computador irá esperar um intervalo de tempo aleatório e tentar novamente.

Rede *Broadcast* em Anel (*Ring*).



- Em uma rede em anel cada bit se propaga ao redor, por sua própria conta, não esperando pelo resto do pacote ao qual pertence.
- Tipicamente, cada bit navega por todo o anel, enquanto o pacote inteiro ainda está sendo transmitido.
- Regras são definidas para arbitrar acessos simultâneos ao anel, como em todas as redes *broadcast*.

**Rede *Broadcast* do tipo *Bus*, constituída por dois cabos.
(Arquitetura DQDB – *Distributed Queue Dual Bus* – IEEE 802.6).**



- A rede não contém elementos comutadores (que são tipicamente utilizados para derivar pacotes para uma das potenciais linhas de saída).
- Uma rede DQDB consiste de 2 cabos direcionais (*buses*), aos quais os computadores são conectados.
- Cada *bus* tem um dispositivo *head-end* que inicia a atividade de transmissão.
- O tráfego que é destinado para um computador à direita do que está transmitindo utiliza a barra superior. O tráfego que é destinado para um computador à esquerda usa a barra inferior.

Quanto ao tipo de alocação de acesso, as Redes *Broadcast* podem ser:

Redes *Broadcast* Estáticas:

- Uma alocação estática típica consiste em dividir o tempo em intervalos discretos, permitindo que cada máquina transmita apenas quando seu *time slot* chegar.
 - Este tipo de alocação desperdiça capacidade de canal, quando uma máquina nada tem a transmitir em seu *time slot* alocado.

Redes *Broadcast* Dinâmicas:

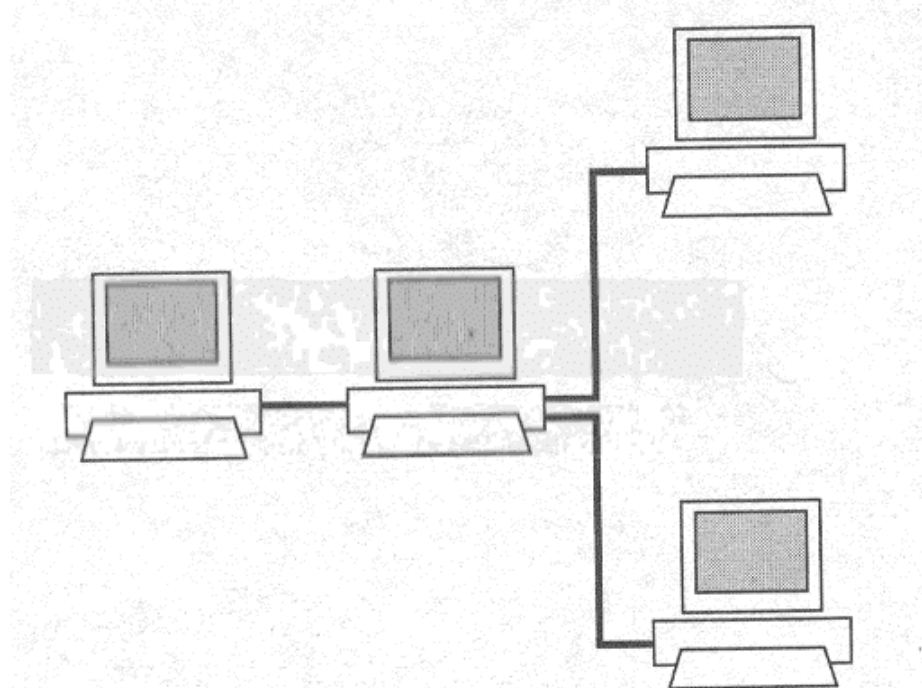
- Uma alocação dinâmica ocorre sob demanda e pode ser centralizada ou descentralizada.
 - Na alocação dinâmica centralizada de canais há uma única unidade de arbitragem que determina quem é a próxima máquina a transmitir.
 - Uma solicitação para transmissão é recebida e a decisão é tomada por algum algoritmo interno.
 - Na alocação dinâmica descentralizada não há unidade central responsável pela decisão, cada máquina deve decidir por si, se transmite ou não.
 - Diferentes algoritmos são utilizados para trazer ordem a esta potencial situação caótica.

Classificação quanto ao tipo de transmissão:
Redes Point-to-Point

Consistem de muitas conexões entre pares individuais de máquinas.

Em geral usada por redes maiores (WANs).

- Para ir da fonte ao destino, um pacote pode ter que primeiro passar por uma ou mais máquinas intermediárias.
- Frequentemente são possíveis múltiplas rotas, de diferentes tamanhos, sendo escolhidas por meio de algoritmos de roteamento.



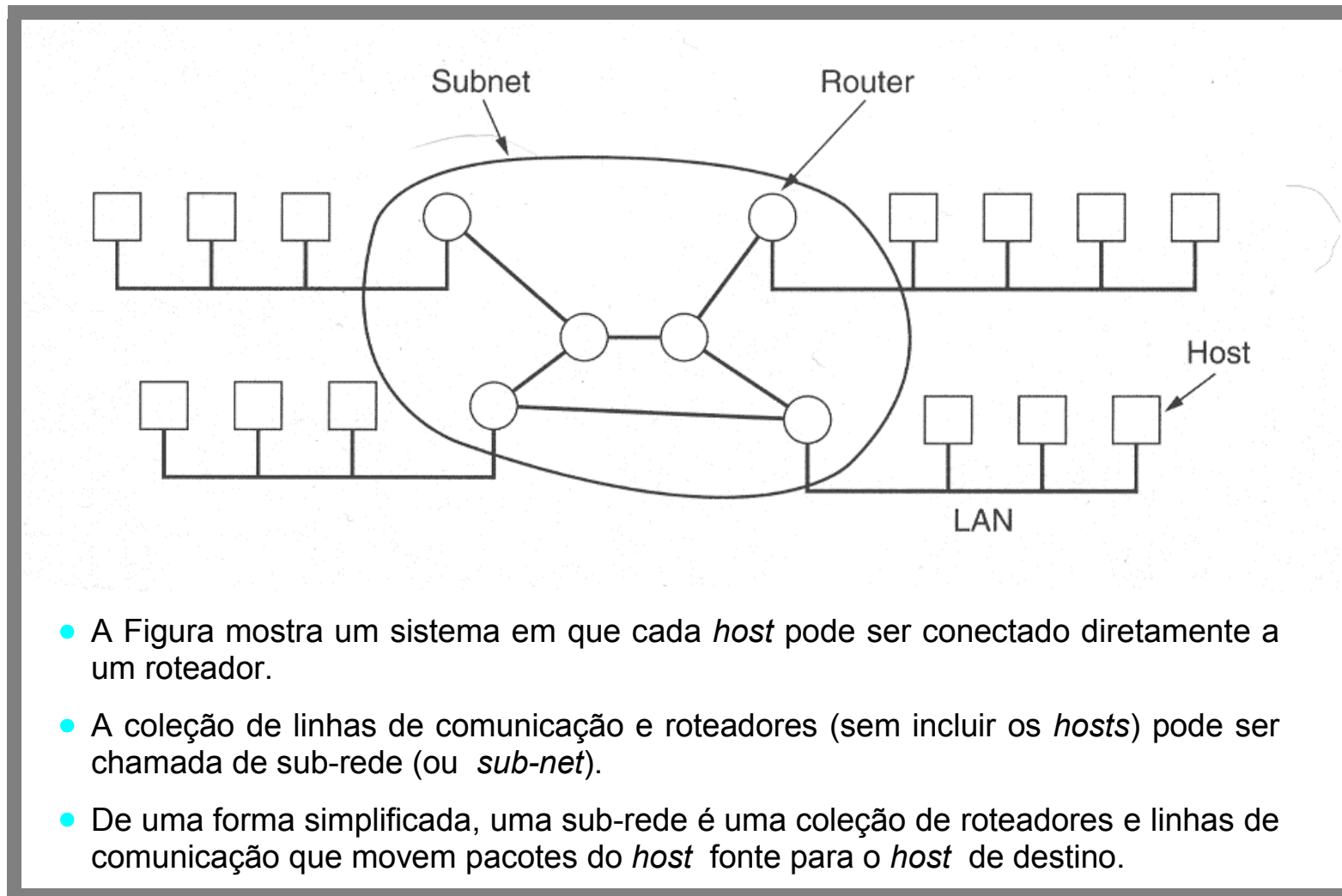
- Redes do tipo *point-to-point* em geral cobrem uma extensa área geográfica, freqüentemente países ou continentes e contêm uma coleção de máquinas destinadas a rodar aplicações (programas) de usuários.
- Tais máquinas são denominadas *hosts*.
- Os *hosts* são conectados por sub-redes de comunicação.
- A tarefa de uma sub-rede é transportar mensagens de *host* a *host*, assim como as portadoras dos sistemas telefônicos transportam mensagens do interlocutor para o ouvinte.

A maior parte destas redes é constituída de dois elementos:

as linhas de transmissão e

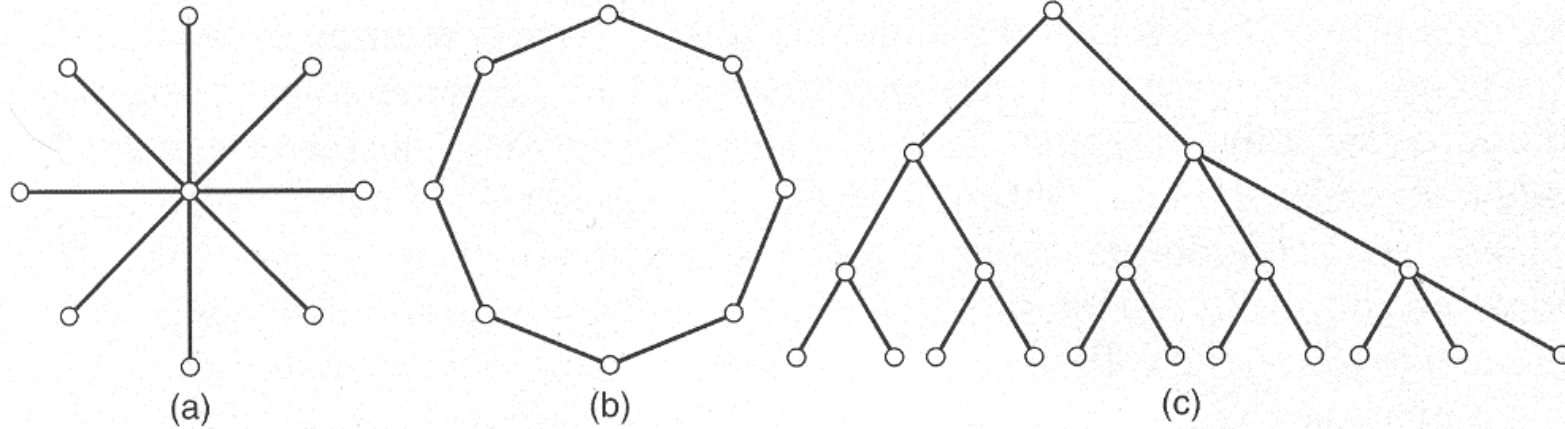
os elementos responsáveis pela comutação (ou chaveamento).

- ❖ As linhas de transmissão (também chamadas de circuitos ou canais) movem bits entre as máquinas.
- ❖ Os elementos chaveadores são computadores especializados, usados para conectar duas ou mais linhas de transmissão.
 - Quando os dados chegam por uma linha de acesso, o elemento de chaveamento deve escolher uma linha de saída para encaminhar a mensagem a ser transmitida.
 - Estes computadores podem ser chamados:
 - Nós de chaveamento de pacotes (*packet switching nodes*),
 - Sistemas intermediários (*intermediate systems*) ou
 - Sistemas de troca de dados por chaveamento.A designação mais comum utilizada é a de roteadores (*routers*).

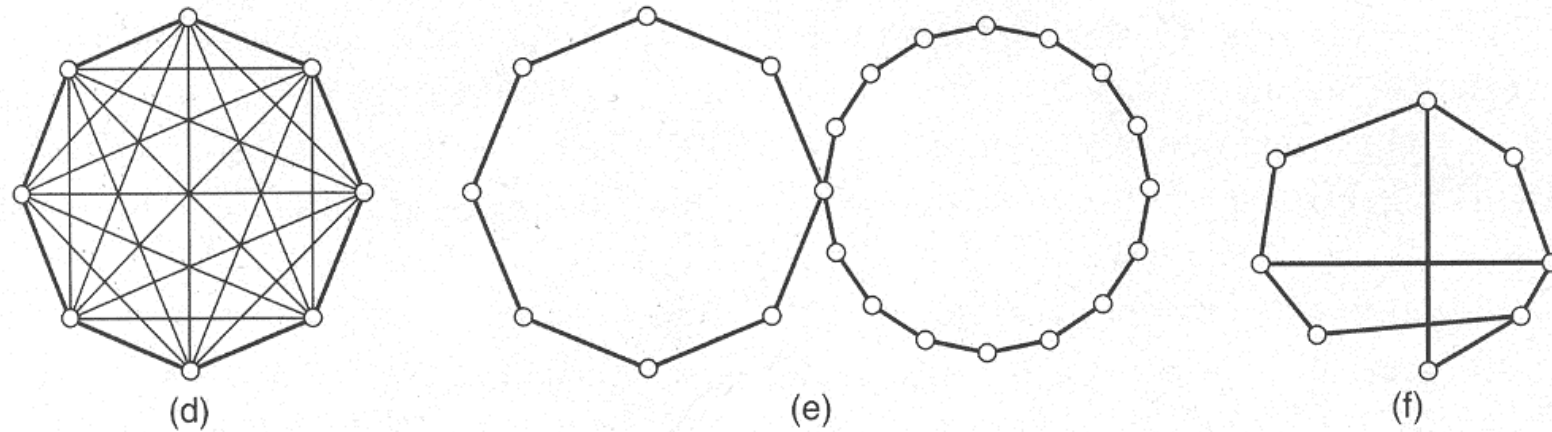


- Se dois roteadores que não compartilham o mesmo cabo desejam, no entanto, se comunicar, devem fazê-lo de forma indireta, através de outros roteadores.
- Quando um pacote é enviado de um roteador para outro através de um ou mais roteadores intermediários, o pacote é recebido por cada roteador intermediário integralmente e armazenado até que a linha requerida de saída esteja livre para, então, ser enviado adiante.
- Sub-redes com estas características são denominadas *point-to-point sub-nets*, *store-and-forward subnets* ou *packet-switched subnets*.
- Quando os pacotes são pequenos e possuem tamanho constante, são freqüentemente chamados células.
- Quando uma *sub-net point-to-point* é utilizada, uma importante característica de projeto é a escolha da topologia de interconexão de roteamento. Diferentes topologias são mostradas na Figura que segue.

Topologias possíveis para uma sub-rede *point-to-point*:



(a) Estrela. (b) Anel. (c) Árvore.



(d) Completa. (e) Anéis intersectados. (f) Irregular.

Classificação quanto à escala

⇒ **Redes Locais (LANs):**

Salas ($\approx 10\text{m}$), prédios ($\approx 100\text{m}$), campi ($\approx 1\text{ km}$).

⇒ **Redes Metropolitanas (MANs):**

Cidades ($\approx 10\text{ km}$).

⇒ **Redes Geograficamente distribuídas (WANs):**

Países ($\approx 100\text{ km}$), continentes ($\approx 1000\text{ km}$).

⇒ **Conexão de 2 ou mais redes através de máquinas denominadas gateways Internetwork):**

Planeta ($\approx 10000\text{ km}$). Exemplo: Internet.

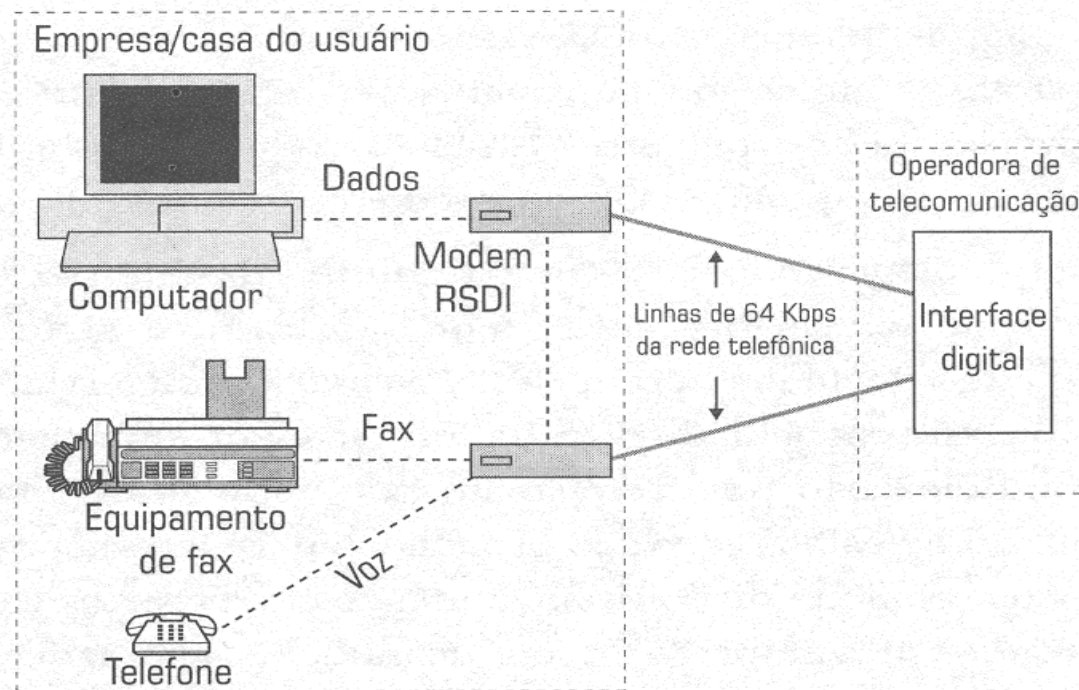
Conceitos Básicos (Convencionais)
Relativos às Redes de Comunicação e às Redes de Computadores

- Circuit switching: é um ambiente de comunicação caracterizado primeiro pela comutação dos circuitos, para então permitir o uso exclusivo da comunicação entre nós de uma rede de telefonia (entendemos por nós qualquer elemento endereçável e com poder de processamento computacional).

- Canal comum de sinalização (CCS – *Common Channel Signaling*): este tipo de técnica permite a transmissão de sinais de controle nos equipamentos telefônicos de comutação. Assim, muitos serviços podem ser implementados nas redes de comunicação. Exemplos clássicos são o redirecionamento de chamadas (ou mais conhecido como siga-me), chamadas a serviços com tarifação reversa (exemplo: números 0800) e cobrança por cartões de crédito. A facilidade de CCS é bastante interessante, pois, por exemplo, podemos estabelecer quais linhas serão dedicadas aos serviços de telefonia.

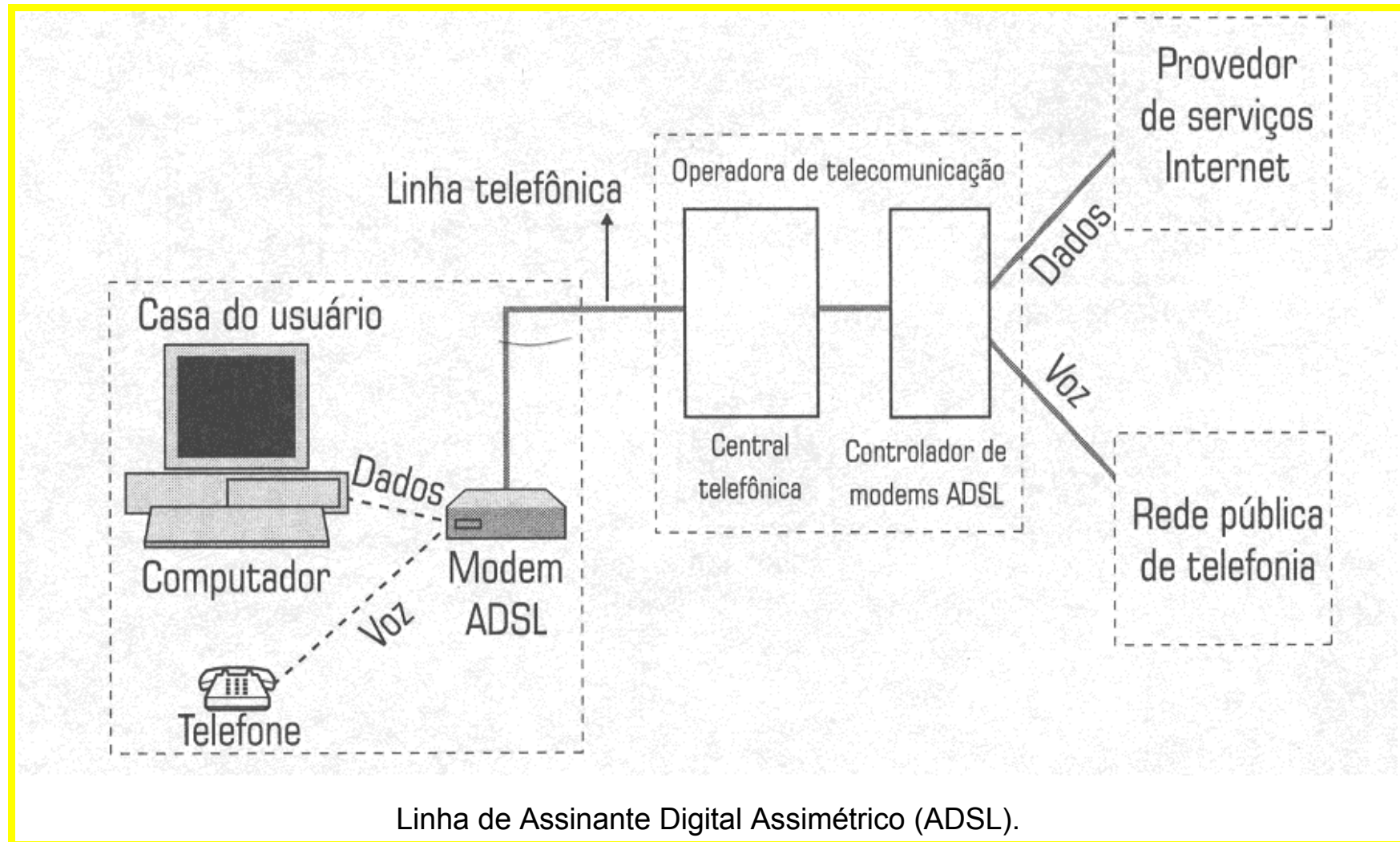
- Synchronous Transport Signal (STS) e Optical Carrier (OC): as empresas de telefonia denominam de *tronco* um circuito de alta capacidade. Com o crescimento do uso da telefonia digital, foi verificado que troncos de maior capacidade seriam necessários para a interligação de várias regiões de um país ou para a conexão entre diferentes países. Desta forma, foi efetuada uma padronização das conexões digitais de alta capacidade. Os padrões, que especificam como são os detalhes das conexões, ficaram conhecidos como *Synchronous Transport Signal (STS)*. Como muitas vezes as redes de alta capacidade empregam a fibra óptica, o termo *Optical Carrier (OC)* é freqüentemente usado. Exemplos de OC são: OC-1 à 51.840 Mbps, OC-3 à 155.520 Mbps e OC-12 à 622.080 Mbps.
- Synchronous Optical Network (Sonet) e Synchronous Digital Hierarchy (SDH): nos EUA ocorreu uma padronização mais detalhada da transmissão digital, que foi denominada de *Sonet (Synchronous Optical Network)*. O enquadramento dos dados – como é efetuada a multiplexação dos circuitos de baixa velocidade dentro dos de alta velocidade –, e como as informações síncronas são enviadas junto com os dados são características abordadas pelo padrão Sonet. O *Synchronous Digital Hierarchy* é o padrão adotado na Europa.

- **Redes Digitais de Serviços Integrados (RDSI):** as também conhecidas redes ISDN (*Integrated Services Digital Network*) são um empreendimento de algumas concessionárias de comunicação de prover os serviços digitais para seus assinantes. O fornecimento de voz e dados digitalizados para os assinantes é um serviço efetuado através do cabeamento de *loop local* convencional. O *loop local*, ou *linha de assinante local*, é como as concessionárias denominam as ligações de alta velocidades disponíveis para os assinantes em suas empresas (ou até residências).



- *DSL (Digital Subscriber Line)*: este tipo de serviço digital é um *loop local*. Existe uma certa quantidade de diferentes tipos de implementações desta técnica. Portanto, é comum a referência *xDSL*. Um exemplo da tecnologia é o *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*. Esta implementação de *loop local* tem seu nome baseado no fato de que a taxa de transferência da rede para o usuário (*downstream*) é bastante alta quando comparada com taxa de transferência do usuário para a rede (*upstream*). A taxa de *downstream* pode atingir 6.144 Mbps, enquanto a taxa de *upstream* chega a 640 Kbps (destes 640 Kbps somente 576 Kbps representam a taxa efetiva de transferência *upstream*, pois 64 Kbps são empregados para controle). Outra característica interessante do ADSL é que pode utilizar o cabeamento de par trançado já instalado para a telefonia analógica.

Exemplos de outras implementações de DSL são a *Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL)*, que fornece taxas bidirecionais semelhantes, a *High-Rate Digital Subscriber Line (HDSL)*, com taxas bidirecionais de 1.544 Mbps e a *Very-high bit rate Digital Subscriber Line (VDSL)*, que pode atingir a taxa de transmissão de 13, 26 e 52 Mbps.



Cable Modem

- ***Cable Modems* são dispositivos que possibilitam acesso de alta velocidade à Internet via cabo de rede de TV a Cabo.**
- **A tecnologia conhecida como CATV (*Community Antenna TeleVision*) ou TV a Cabo tem toda a infraestrutura para o envio *downstream* em alta velocidade.**
- **A rede de TV a Cabo é caracterizada pela conexão de cabos coaxiais com alta capacidade de transmissão e por um sistema de banda larga por onde são enviados os sinais de múltiplos canais.**
- **Como as redes são projetadas para o transporte de mais canais do que de fato transportam, os canais ociosos podem ser empregados para transmitir dados.**
- **A técnica emprega um par de modems, chamados de *cable modem*. Um destes dispositivos é colocado na estação de televisão e o outro no local (casa ou escritório) determinado pelo assinante (*Set Top Box*).**

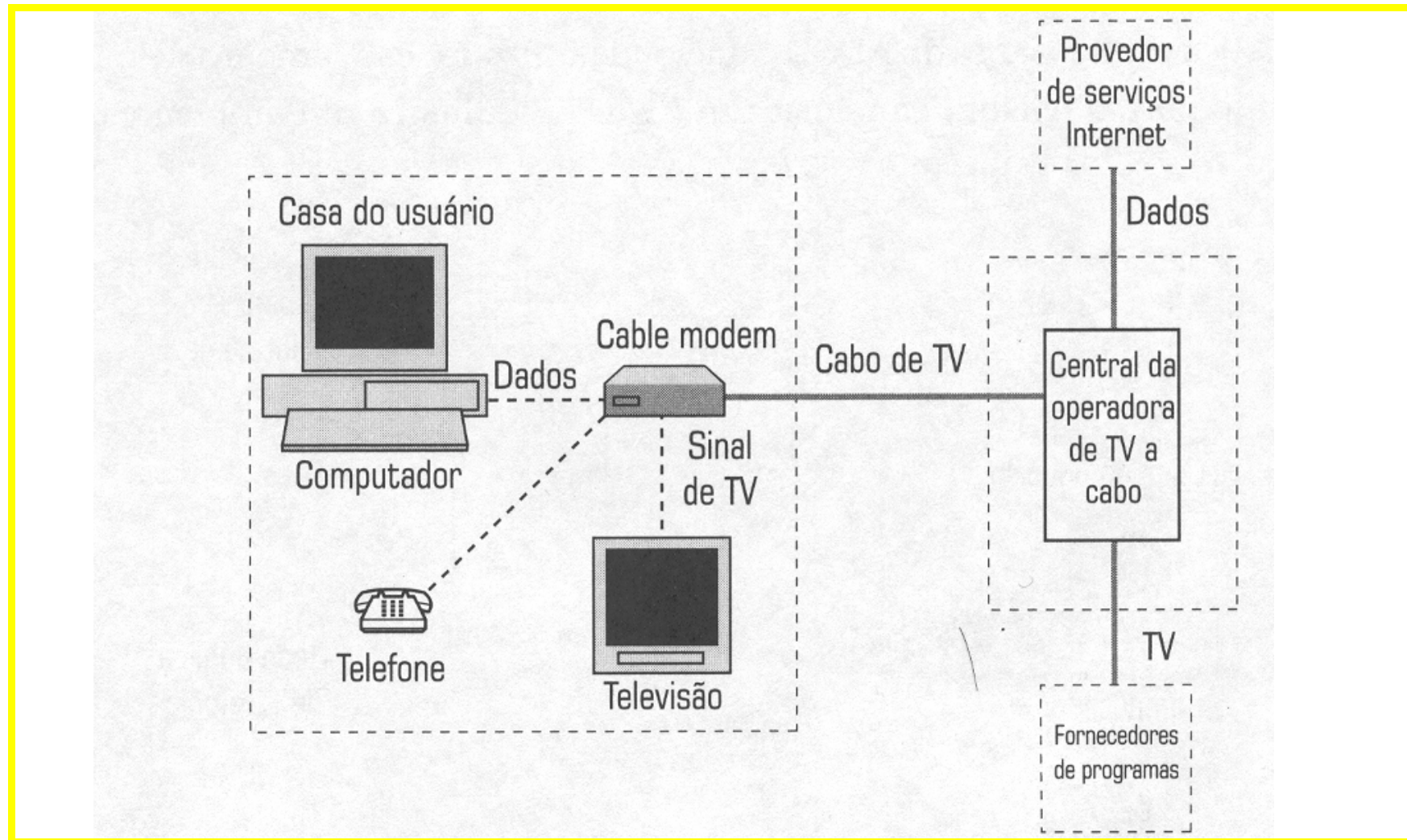
- O usuário pode continuar recebendo o serviço de TV a Cabo enquanto que simultaneamente está recebendo ou transmitindo dados. Para tanto é utilizado um divisor de um-para-dois (*one-to-two splitter*).
- Taxas de *downstream* e *upstream* podem ser configuradas para atender ao usuário.
- Permite o uso de 30Mbps a 40Mbps como taxa de transferência *downstream* e de 320kbps a 10Mbps como taxa de transferência *upstream*.
- Em geral, o usuário residencial recebe em alta velocidade e transmite em baixa velocidade, enquanto que o usuário comercial utiliza alta velocidade nos dois sentidos.
- Um determinado número de assinantes compartilha uma mesma frequência. Assim, a taxa efetiva de transferência será da ordem de $1/(\text{Número de Assinantes que utilizam a mesma frequência})$.

- O serviço de dados oferecido por um *cable modem* pode ser compartilhado por até 16 usuários em uma configuração de LAN.
- Conjuntos de redes LANs compostas de 16 usuários constituem redes WANs (Redes Ethernet sobre WANs).
- Uma linha telefônica pode ser utilizada em conjunto com uma rede *broadcast one-way*. Tal sistema sistema de dados por cabo é chamado Sistema de Interface de Retorno Telefônico (Telephony Return Interface - TRI).

Neste modo, redes *wireless* de TV a cabo podem também funcionar como rede de dados.

Downstream: Rede de TV (cabo ou *wireless*).

Upstream: Rede Telefônica.



Classificação quanto ao tipo de transmissão {
Redes *Broadcast* (ou Redes Multiponto) - **Concentradores**
Redes *Point-to-point* - **Comutadores**

Concentradores

- Utilizados por redes do tipo multiponto.
- Todos os computadores interligados ao dispositivo compartilham internamente um único enlace de transmissão.

Comutadores

- Usados para interligar redes ponto-a-ponto.
- Funções internas de ponte e roteamento.
- Ponte: Segmentar uma rede em diversos segmentos, com diferentes endereços, mesmo que em pequena área geográfica.
- Roteamento: Escolher qualquer um dos possíveis caminhos entre fonte e destino.

Ethernet (Rede Multiponto)

- Especificada no padrão IEEE 802.3.
- Tecnologia LAN mais usada no mundo.
- Rede Local em barra.
- Conceção inicial:
Empresas Digital, Intel e Xerox (DIX).
- Meio: Cabo coaxial.
- Protocolo de Acesso ao Meio é do tipo não determinístico:
 - Quando deseja transmitir, um computador escuta o meio e verifica se está vazio.
 - Se está, inicia a transmissão.
 - Se outro computador escutou o meio ao mesmo tempo e recebeu a mesma informação de que o meio está vazio, ocorrerá colisão.
 - Os dois computadores que colidirem irão esperar um tempo aleatório para iniciar a operação.
 - O processo de retransmissão obedecerá a um protocolo de acesso ao meio (MAC - *Medium Access Control*).
 - O protocolo *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* (CSMA/CD) é o protocolo utilizado pelos dispositivos conectados ao cabo que desejam competir pelo acesso.
- A instalação mais comum provê velocidades de até 10 Mbps.
- Fast Ethernet provê taxas de transmissão de até 100Mbps e é tipicamente usada para sistemas de *backbone* de LAN.
- Gigabit Ethernet provê um nível mais elevado, chegando a taxas de 1 Gbps.

Token-Ring (Rede Multiponto)

- **Especificada no padrão IEEE 802.5.**
- **Segunda tecnologia LAN mais usada no mundo.**
- **Rede Local na Qual os computadores são conectados em anel.**
- **Concepção inicial: IBM da Alemanha.**
- **Permite taxas de transmissão de dados de 4 ou 16 Mbps.**
- **Objetivo: Interligar dispositivos de rede com acesso ordenado.**

- **Protocolo de Acesso ao Meio: Determinístico.**
 - Utiliza esquema de passagem de ficha (*token-passing*) para prevenir colisão de dados entre dois computadores que desejam transmitir ao mesmo tempo.
 - *Frames* vazios circulam continuamente no anel.
 - Quando um computador tem alguma informação para enviar, insere uma ficha (*token*) em um *frame* vazio (muda estado: de zero para um) em um *slot* do *frame*. Insere também a mensagem e o identificador do destino da mensagem.
 - O *frame* é examinado por cada computador pertencente ao anel.
 - Se um computador vê que é o destinatário da mensagem, copia a mensagem presente no *frame* e muda o estado (de um para zero), habilitando o *frame* a ser esvaziado.
 - Quando o *frame* volta à sua origem, o computador de origem vê a mudança de estado (para zero), percebe que a mensagem já foi copiada no destino e a remove do *frame*.
 - O *frame* continua a circular como um *frame* vazio, pronto para ser ocupado por um computador que queira enviar uma mensagem.

Redes Comutadas (Redes Ponto-a-Ponto)

Uma rede de comunicação comutada é composta de módulos de comutação, denominados de nós de comutação, cada qual interligado por um enlace de transmissão.

Técnicas de comutação utilizadas nas redes de comunicação:

Comutação por circuitos (*Circuit Switching*)

Comutação por pacotes (*Packet Switching*)

Comutação por circuitos (*Circuit Switching*)

- **Exemplo: Redes Telefônicas, nas quais um canal dedicado faz a interconexão entre remetente e destinatário.**
- **Três operações caracterizam o procedimento de funcionamento de um ambiente de *circuit switching*:**
 1. **O estabelecimento do circuito.**
 2. **A transferência de dados.**
 3. **O fechamento do circuito.**
- **Os dados transferidos podem ser tanto analógicos quanto digitais.**

Transmissão Analógica: Ligação telefônica entre duas pessoas, na qual a voz representa os dados a serem transferidos.

Transmissão Digital: acesso de um computador a outro, utilizando a rede.
- **Características de redes comutadas por circuitos:**
 - ⇒ **simplicidade**
 - ⇒ **taxas fixas de transmissão de bits**

Comutação por pacotes (*Packet Switching*)

- Técnica adequada à transmissão de dados que transmite pequenos conjuntos de bits (pacotes) de forma não seqüencial.
- Os pacotes são numerados e enviados com o endereço do destinatário, podendo chegar fora de ordem.
- Os dados dos usuários a serem transmitidos são:
 1. Segmentados em pacotes de tamanho variável.
 2. Enviados pela rede, percorrendo diferentes caminhos até chegarem ao destinatário.
- A operação de segmentação dos pacotes é caracterizada por:
 1. Divisão dos dados.
 2. Acréscimo de informação de controle em cada pacote.

O campo de informações de controle contém, no mínimo, o endereçamento necessário para o roteamento do pacote para o destinatário.

- Características de redes comutadas por pacotes:
 - ⇒ complexas
 - ⇒ taxas de transmissão de bits variáveis.

X.25 (Rede Ponto-a-Ponto)

- **As redes X.25 são redes comutadas por pacotes.**
- **O padrão X.25 pertence às recomendações ITU para redes públicas de dados .**
- **O padrão foi desenvolvido em 1970 para prover interface entre redes públicas comutadas por pacotes e seus usuários.**
- **A estrutura do modelo de protocolos X.25 conta com três níveis de camadas: A Camada física, a camada de enlace e a camada de rede.**
 - **A camada física especifica a interface física, elétrica e de procedimentos entre o *host* e a rede.**
 - **O padrão da camada de enlace de dados possui muitas variações, projetadas para lidar com a transmissão de erros entre o equipamento do usuário e a rede pública.**
 - **O protocolo de camada de rede é responsável pelo roteamento de pacotes, lidando com endereçamento, controle de fluxo, confirmação de entrega, interrupções, etc.**
- **Permite ao usuário estabelecer circuitos virtuais e enviar pacotes que são entregues em ordem e com confiabilidade.**
- **A velocidade de trabalho da maior parte das redes X.25 permite taxas da ordem de 64kbps.**

Frame - Relay (Rede Ponto-a-Ponto)

- **Lida com tráfego intermitente entre LANs pertencentes a uma WAN.**
- **Coloca os dados em unidades de tamanho variável, chamadas de *frames*.**
- **Correção de erro (por retransmissão de dados) nos pontos finais, o que implica em ganho na velocidade de transmissão com relação às redes de comutação de pacotes.**
- ***Permanent Virtual Circuit (PVC)*: Tipo de conexão que, sob o ponto de vista do usuário, é como se fosse uma conexão contínua e dedicada, sem que tenha que pagar por linha alugada.**
- **O provedor do serviço faz o roteamento de cada *frame* ao seu destino e pode fazer a cobrança pelo uso.**
- **O usuário pode selecionar a qualidade de serviço, priorizando alguns *frames*.**
- **As taxas de transmissão nas redes de comunicação baseadas no mecanismo *frame-relay* podem atingir até 2Mbps.**

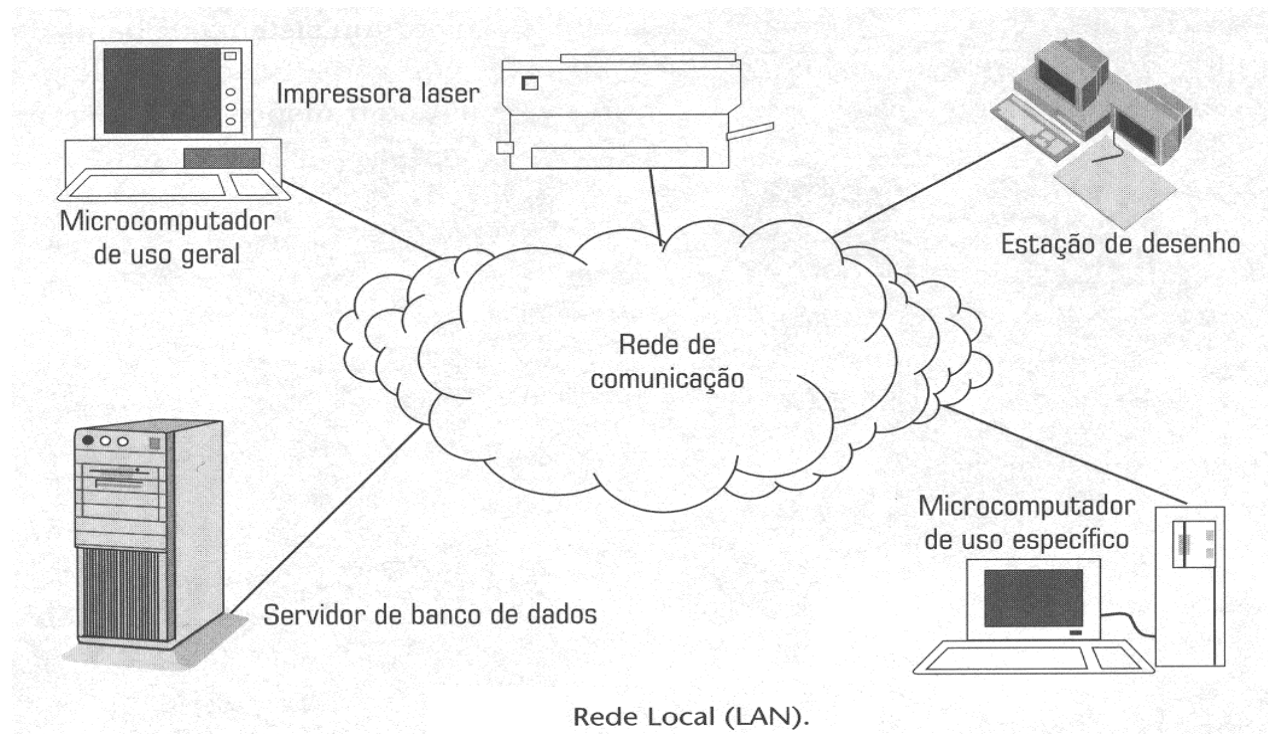
Cell - Relay (Rede Ponto-a-Ponto)

- Também conhecida como *Asynchronous Transfer Mode* (ATM).
- É uma evolução das tecnologias de redes de circuitos comutados e de redes de pacotes.
- Utiliza quadros denominados células. As células têm tamanho fixo, evitando um *overhead* de processamento, com relação às redes *frame-relay*.
- As taxas de transmissão nas redes de comunicação baseadas no mecanismo *cell-relay* podem atingir até centenas de Mbps.
- Outra facilidade encontrada nas redes *cell-relay* é a possibilidade de definição de canais virtuais com taxas de transferência dinamicamente alocadas.
- A célula ATM possui tamanho fixo e igual a 53 octetos (53 bytes)

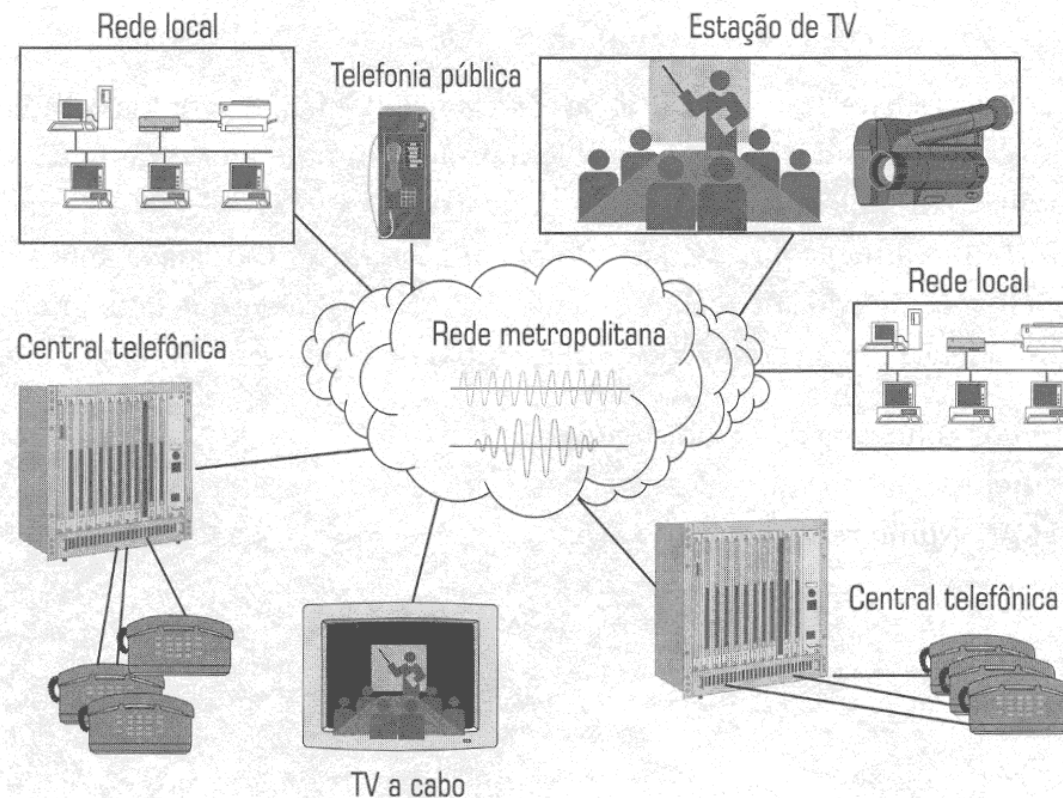
Os termos pacotes, quadros e células são as unidades que as técnicas de packet, frame e cell switching utilizam para denominar o elemento de transmissão transportado em suas redes.

- *Protocolos: conjunto de regras que definem como a troca de informação entre entidades de uma rede de comunicação (e de computadores) deve ser realizada com sucesso e como os erros deverão ser tratados.*
- *Arquitetura de protocolos: é a estrutura representativa não só dos protocolos disponíveis numa dada arquitetura, mas também das funções e interações de cada protocolo no seu nível de atribuição.*

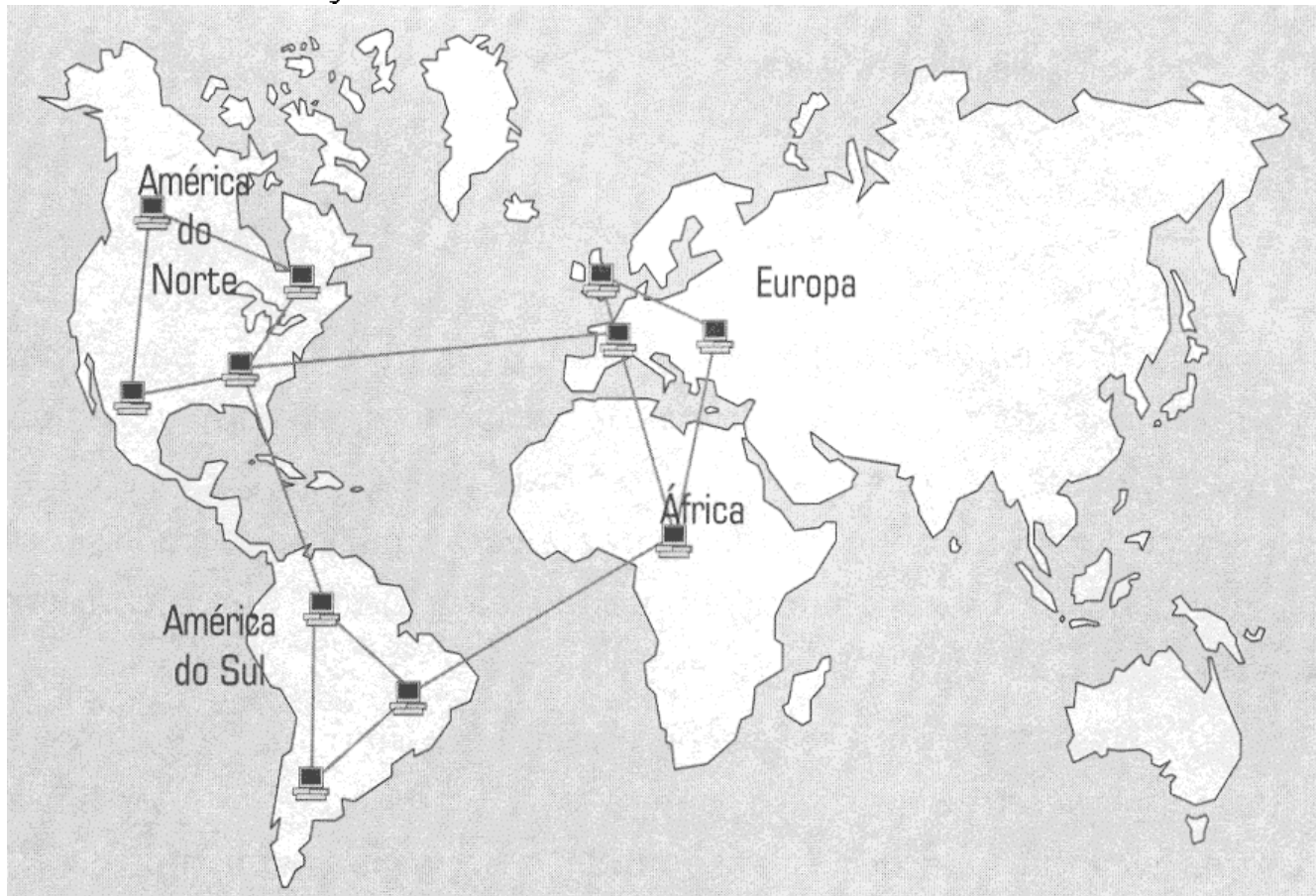
- LAN (Local Area Network): uma rede local é convencionalmente definida como uma rede com abrangência física de até poucos quilômetros, com uma alta taxa de transferência (centenas ou até milhares de Mbps), baixa ocorrência de erros e sem roteamento da informação (o roteamento é caracterizado por um *broadcast*, o que significa dizer que todos os elementos ligados naquele segmento de LAN irão saber que uma informação foi enviada).



- **MAN (Metropolitan Area Network):** as redes metropolitanas são caracterizadas por abrangerem uma região metropolitana de uma determinada cidade. Existe o roteamento de informação, mas este serviço é todo transparente para o usuário final, uma vez que é de responsabilidade de uma concessionária de telecomunicação (ou operadora de TV a cabo), proprietária e operadora da MAN.



- **WAN (Wide Area Network):** uma rede geograficamente distribuída engloba uma vasta região (estado, país, continente), tem uma taxa de transferência na ordem de dezena de Mbps, uma elevada taxa de erros (quando comparada com uma LAN), e tem o roteamento de informação.



Diferenças quanto a:	LANs	MANs	WANs
1. Suporte ao roteamento	<i>broadcast</i> (sem roteamento)	<i>point-to-point</i> (com roteamento)	<i>point-to-point</i> (com roteamento)
2. Taxa de transferência de dados	Alta (centenas a milhares de Mbps)		Baixa (dezenas de Mbps)
3. Taxa de erro na transferência	Baixa		Alta