

TELEPROCESSAMENTO

- ⇒ Os primeiros sistemas de comunicações de dados remontam à metade dos anos 60.
- ⇒ Os sistemas de comunicações de dados rudimentares eram conhecidos como sistemas de teleprocessamento.
- ⇒ Os primeiros sistemas de teleprocessamento eram constituídos de terminais conectados a um computador central por meio de linhas de comunicações.
- ⇒ O processamento dos dados enviados pelos terminais era realizado remotamente pelo computador central e os resultados processados, distribuídos posteriormente para os terminais.
- ⇒ Em sistemas de teleprocessamento mais modernos, o processamento dos dados passou a ser realizado de forma distribuída (não mais centralizada em um único computador).

Maior sistema de teleprocessamento existente:

Denominação:

Projeto SETI - *Search for Extraterrestrial Intelligence*.

Descrição:

Rede de PCs ao redor do mundo destinada a analisar e processar sinais provenientes do espaço, captados por rádio-telescópios.



Objetivo:

Captar sinais que possam constituir comunicação inteligente, originada de fora da Terra.

Integrantes:

Qualquer indivíduo ou entidade pode integrar esta rede, disponibilizando seu PC como um terminal de processamento remoto gerenciado pelo projeto SETI.

O processamento busca estabelecer a existência de algum processo subjacente responsável pela geração dos sinais analisados.

Definição de Teleprocessamento

- Técnica em que os dispositivos de entrada/saída de dados, por estarem afastados do centro de processamento, utilizam os recursos de telecomunicações para que o sinal (dados) seja transferido entre os pontos distantes, promovendo, à distância, o processamento dos dados.
- Aglutina tecnologias de telecomunicações + processamento.
- Inicialmente → Denominação proprietária da IBM.
- Hoje → Denominação de domínio público.

Definição de Comunicação de Dados

- Conceito mais abrangente do que Teleprocessamento.
- Significa: técnica de transferência confiável da informação contida no sinal (dados) entre pontos distantes.
- Inclui, além das funções de transmissão, funções adicionais como: detecção e correção de erros, protocolos, etc.

Evolução: do Teleprocessamento à Comunicação de Dados

- ⇒ O teleprocessamento surgiu devido à necessidade de uso de recursos e capacidades de um computador central em diferentes pontos, distantes do mesmo.
- ⇒ Os sistemas de teleprocessamento deviam poder fornecer melhor qualidade de serviço e mais rapidez aos usuários, garantindo competitividade nas aplicações comerciais, reduzindo erros e diminuindo custos de operação.
- ⇒ A necessidade de otimização de recursos e de troca de informações entre sistemas diferentes (muitas vezes distantes milhares de kms) levou ao surgimento de redes de computadores.
- ⇒ Redes de computadores são estruturas complexas, compostas por uma vasta gama de elementos que executam funções necessárias à comunicação de dados, garantindo a transferência confiável de informação entre pontos distantes, por meio da implementação (além das funções de transmissão) de funções de detecção e correção de erros, protocolos de roteamento, tradução, etc.

Terminologias de Teleprocessamento

Tempo de Resposta (*Response Time*)

- ★ Δt entre a digitação do último caractere pelo usuário do sistema e o primeiro caractere de resposta enviado pelo computador e efetivamente recebido pelo usuário.
- ★ Δt transcorrido entre a ocorrência de um estímulo externo e a reação do sistema computadorizado, com uma ação apropriada.

Processamento em Lote (*Batch*)

- ★ As ações não são executadas imediatamente, mas agrupadas e guardadas por um determinado tempo, até que sejam processadas em lote.

Processamento *On-line*

- ★ Sistema de processamento em que o usuário ou terminal permanece em contato com o computador central durante o processamento.
- ★ As ações são executadas à medida que os dados são coletados, diferentemente do processamento em lote.
- ★ Não há, no entanto, compromisso com respeito ao tempo de resposta.

Processamento em Tempo Real (*Real Time*)

- ★ Processamento *on-line* em que as respostas do sistema às entradas são suficientemente rápidas para controlar o processo e/ou influir na ação subsequente.

Uma aplicação em tempo real é sempre *on-line*, mas o inverso nem sempre é verdadeiro.

Caracterização de processamento em tempo real e *on-line*:

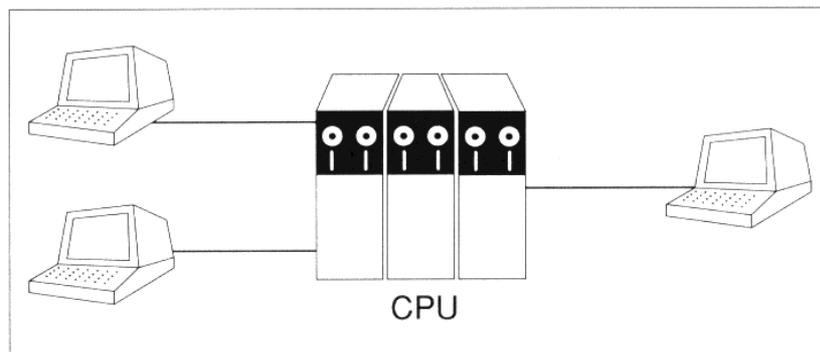
- Em aplicações em **tempo real**, as ações provocarão respostas, existindo, necessariamente, **uma garantia no tempo de resposta**.
- Em aplicações ***on-line*** essa **garantia não é possível**, porque o tempo de resposta é função do n° de usuários do sistema, em um dado instante:
 - N° de usuários pequeno e processamento executado trivial \Rightarrow tempo de resposta poderá ser pequeno para todos os usuários.
 - N° de usuários grande e sistema executando tarefas complexas \Rightarrow é provável que o tempo de resposta seja imprevisível.

Evolução e Tendências em Teleprocessamento

- * **CPU e Terminais centralizados**
- * **CPU centralizada e Terminais distribuídos**
- * **CPU e Terminais distribuídos**

Primeira Fase: CPU e Terminais centralizados

- ★ Numa primeira fase da evolução do processamento de dados, todo o processamento era centralizado.
- ★ Tanto a CPU como os dispositivos de entrada/saída operavam no mesmo ambiente.



Ambiente centralizado ↗

Problemas encontrados no processamento baseado na centralização da CPU e dos Terminais:

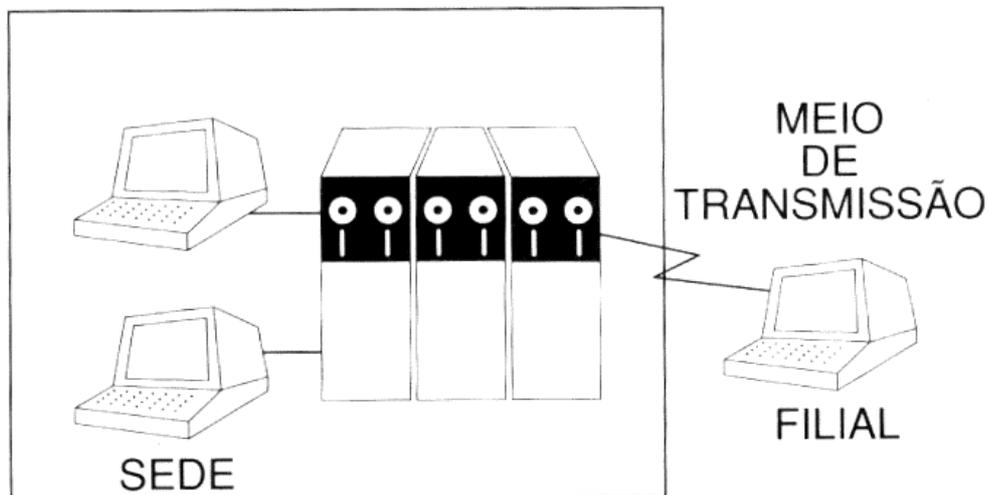
- ★ Tempo de coleta e compilação de informações muito grande.
- ★ Manuseio excessivo de documentos.
- ★ Necessidade de transporte de documentos entre localidades remotas e CPD.
- ★ Erros detectados pelo computador no processamento só podem ser corrigidos em um próximo ciclo de processamento, após a correção da informação no local onde foi gerada, ocasionando grandes atrasos no processamento do serviço.

Segunda Fase: CPU centralizada e terminais distribuídos

Para uso eficaz dos recursos de processamento, tornou-se necessário que:

- ★ os dispositivos de entrada e saída estivessem fisicamente presentes nos locais onde estava a informação a ser processada, enquanto
- ★ o processamento devesse ocorrer de forma centralizada.

Esta idéia originou o conceito de processamento à distância, ou Teleprocessamento.



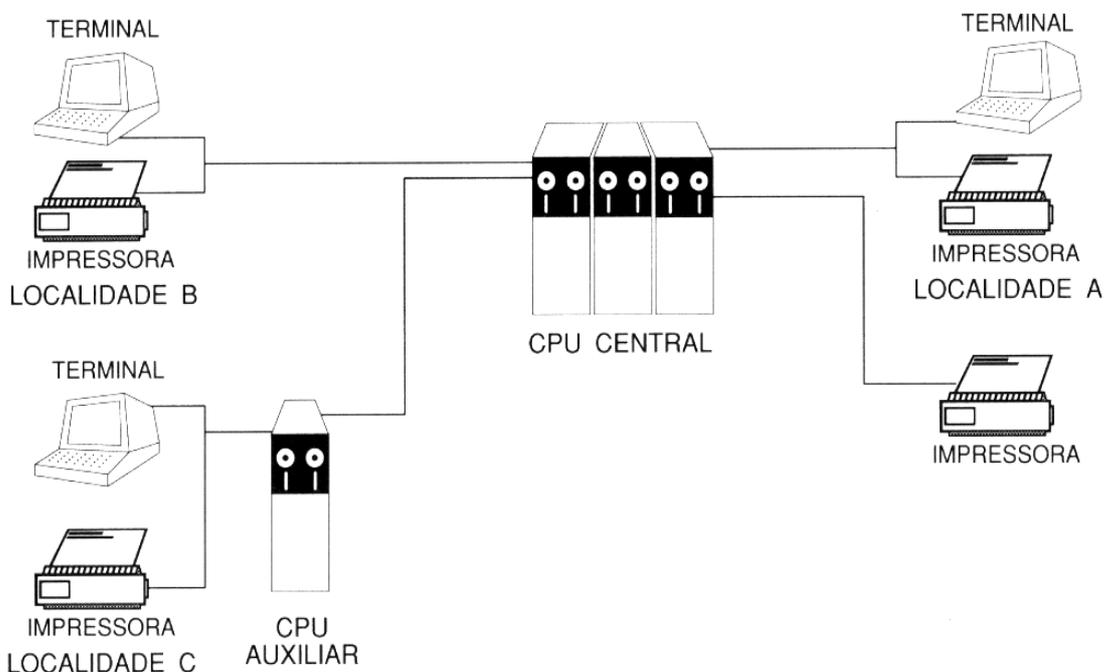
CPU centralizada e Terminais descentralizados ↗

- ★ Denominou-se, então, o Teleprocessamento como sendo a troca de informações entre sistemas de computação, utilizando as facilidades das telecomunicações.
- ★ Os meios e métodos utilizados em telecomunicações constituem os elementos que permitem que os computadores e periféricos trabalhem à distância.

Terceira Fase: CPU e Terminais distribuídos

No **Teleprocessamento** moderno, a tendência é:

- ★ descentralizar os dispositivos de entrada e saída,
- ★ descentralizar o processamento (permitindo que os pontos remotos, através de unidades de processamento de menor porte, executem localmente parte dos trabalhos) e
- ★ recorrer ao processador central apenas nas aplicações mais complexas.



CPU e Terminais descentralizados ↗

Desvantagens da descentralização:

- ★ Altos custos de comunicação à longa distância.
No entanto, considerando que o preço de pequenos computadores é bem menos significativo, torna-se possível analisar e fazer algum processamento dos dados no próprio lugar em que são coletadas as informações, sendo necessário transmitir ao computador central somente resultados já consolidados, reduzindo, assim, o custo de comunicação (que representa uma grande percentagem do custo total do sistema).
- ★ Complexidade do projeto do *software* de aplicação.

Vantagens na descentralização:

- ★ Redução acentuada dos erros de transcrição e de entrada de dados, uma vez que são coletados nos próprios pontos de origem da informação.
- ★ Acesso de um número muito maior de pessoas aos sistemas de processamento de dados.
- ★ Coleta e disseminação imediata da informação, à velocidade "eletrônica".
- ★ Maior confiabilidade.

Nos grandes sistemas existem sempre dois ou mais computadores em localizações diferentes, um deles em reserva (*stand-by*) e em condições de assumir imediatamente o processamento.

Um computador isolado tem a desvantagem, no caso de falha, de deixar os seus usuários completamente desprovidos do recurso de processamento.

Em uma **rede**, a perda temporária de um único computador é muito menos prejudicial, pois os usuários podem executar suas tarefas em outros computadores, razão pela qual os sistemas computacionais passaram a se organizar em redes.

**Evolução
natural da
descentralização**



**Redes de
computadores e
comunicações**

Início das Redes de Computadores e de Comunicações:

Os sistemas computacionais passaram, então, a se organizar em redes de computadores – a partir da combinação de computadores e técnicas de comunicações – visando:

1. Compartilhamento de recursos;
2. Aumento da confiabilidade do sistema;
3. Economia de recursos financeiros.

Redes de Comunicações

⇒ Definição: Sistemas em que um conjunto de dispositivos, enlaces de comunicação e pacotes de *software* permitem troca de informações.

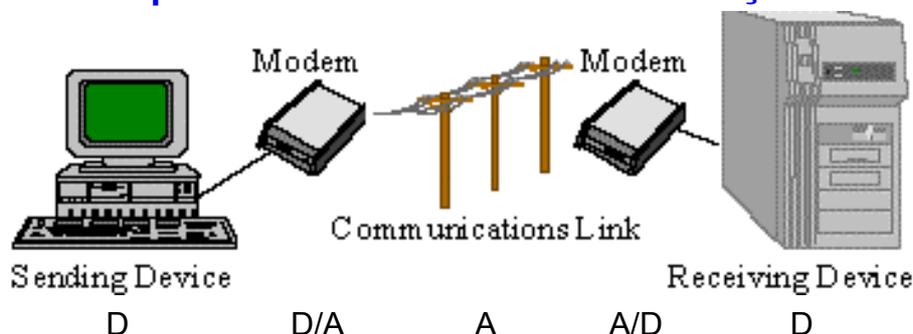
Redes de Computadores

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

⇒ **Redes de Comunicações = Redes de Computadores** ←

- ◆ Redes de Comunicações nada mais são do que Redes de Computadores trocando informações.
- ◆ Redes de Computadores nada mais são do que Redes de Comunicações aptas a trocar informações por meio de dispositivos, *links* de comunicação e *software* adequados.
- ◆ Redes (em um conceito geral) podem ser definidas como sistemas que usam equipamentos de comunicações para conectar dois ou mais computadores que necessitam trocar quaisquer conteúdos de informação.

Componentes de Redes de Comunicações



Redes de Computadores

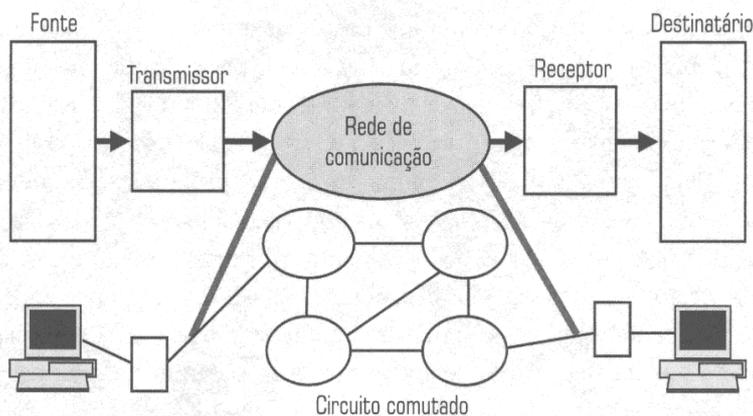
Sistema em que conjuntos de computadores e periféricos são interconectados, compartilhando recursos, com o intuito de executar uma tarefa.

- 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 ≈ a computador ('30).
 - ⇒ Inglaterra - Projeto Coloussus (WWII).
 - ⇒ Inglaterra - Prof. Wilkes, Cambridge, desenvolve o EDSAC (1946).
- ⇒ Durante 20 anos, os computadores "modernos" eram altamente centralizados, ocupando uma única grande sala (centro computacional), aonde os usuários levavam seus trabalhos para serem processados.
- ⇒ Havia um ou dois computadores por Universidade ou empresa de médio porte, no máximo poucas dezenas em grandes instituições.

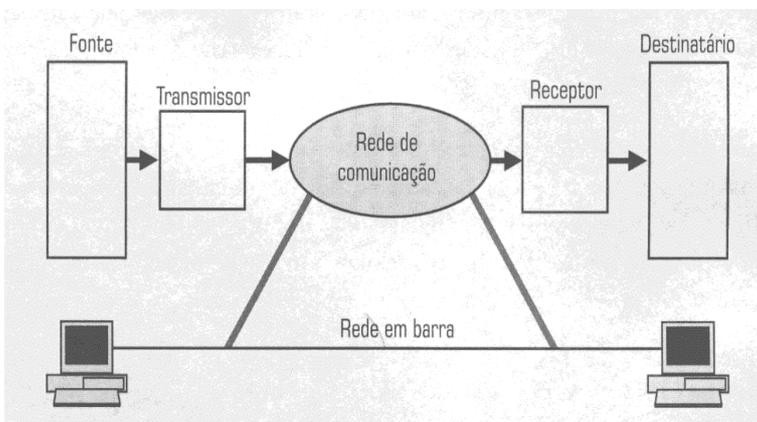
Redes de Comunicações

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 (séc. XIX).
- Linhas comutadas por dispositivos eletromagnéticos ('90s, séc. XIX).
- Estações de comutação computadorizadas ('70s, séc. XX).
- Arpanet: Projeto do governo Americano para interligar computadores em rede, que deu origem à Internet.
 - Redes públicas ou privadas de telefonia, *wired* ou *wireless*;
 - Redes privadas de TV a cabo;
 - Redes de comunicações por satélite;
 - Redes públicas ou privadas de pacotes/quadros/células...



A nuvem que representa a **rede de comunicações** corresponde a um circuito comutado de comunicações de uma concessionária de telecomunicações.



A nuvem que representa a **rede de comunicações** corresponde a uma rede local baseada em tecnologia de barra (*bus*).

Características das Etapas Evolutivas que levaram do Teleprocessamento às Redes de Comunicações

Inicialmente:

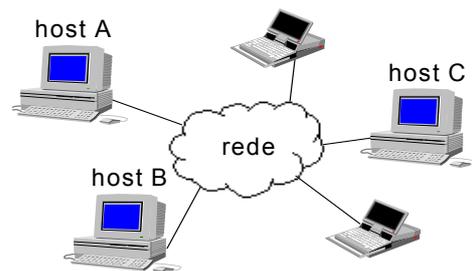
- * Os aplicativos eram escritos para os computadores de forma independente;
- * Os elementos da rede lidavam com problemas de comunicação separadamente e de forma diversa;
- * Ocorria redundância de esforços e falta de flexibilidade;
- * Grande parte da capacidade de processamento dos computadores era gasta com problemas de comunicação.

Com o advento dos *mainframes*:

- * Grandes sistemas (*mainframes*) centralizados;
- * Rede estrela de dezenas ou centenas de terminais;
- * Os terminais podiam ser utilizados por qualquer aplicação que fosse executada no *mainframe*;
- * Arquiteturas proprietárias: usuários amarrados aos fabricantes, que ditavam cultura e preços.

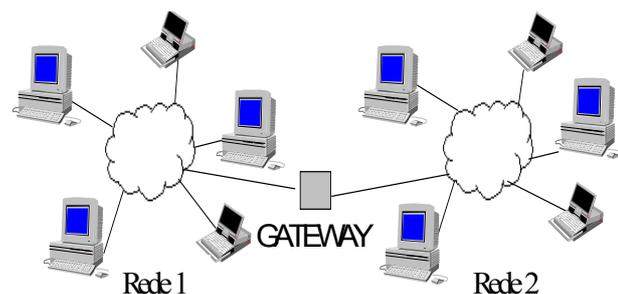
Com o advento das primeiras redes de comunicações:

- * Introdução das redes públicas de pacotes;
- * Redes locais *Ethernet* e *Token Ring*;
- * Comutação (comunicação sob demanda);
- * Surgimento de padrões e normas para viabilizar a interoperabilidade.



Com o advento do *Internetworking*:

- * Integração de redes dissimilares;
- * Utilização de dispositivos denominados *gateways*;
- * Exemplo de *internetworking*: Internet.



Classificações de Redes de Comunicações

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

2. Classificação quanto à **escala** {
 - Redes Locais (LANs)
 - Redes Metropolitanas (MANs)
 - Redes Geograficamente distribuídas (WANs)

3. Classificação quanto à **heurística de roteamento utilizada** {
 - Redes orientadas à conexão (*connection - oriented service*)
 - Redes não orientadas à conexão (*connectionless service*)

- 1. Classificação quanto ao tipo de transmissão
 - 1.1 Dispositivos de Interconexão utilizados em Redes *Point-to-Point* e Redes *Broadcast*
 - 1.2 Redes *Broadcast* (ou Redes Multiponto)
 - 1.2.1 Rede *Broadcast* em Barra (*Bus*).
 - 1.2.2 Rede *Broadcast* em Anel (*Ring*).
 - 1.2.3 Rede *Broadcast* do tipo *Bus*, constituída por dois cabos. (Arquitetura DQDB – *Distributed Queue Dual Bus* – IEEE 802.6).
 - 1.2.4 Classificação das Redes *Broadcast* quanto ao tipo de alocação de acesso.
 - 1.2.5 Exemplos de Redes *Broadcast*.
 - 1.2.5.1 Ethernet (Rede Multiponto)
 - 1.2.5.2 *Token-Ring* (Rede Multiponto)
 - 1.3 Redes *Point-to-Point*
 - 1.3.1 Topologias possíveis para uma sub-rede *point-to-point*.
 - 1.3.2 Exemplos de Redes *Point-to-Point*
 - 1.3.2.1 X.25 (Rede Ponto-a-Ponto)
 - 1.3.2.2 *Frame - Relay* (Rede Ponto-a-Ponto)
 - 1.3.2.3 *Cell - Relay* (Rede Ponto-a-Ponto)
- 2. Classificação quanto à escala
 - 2.1 Redes Locais (LANs)
 - 2.2 Redes Metropolitanas (MANs)
 - 2.3 Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)
- 3. Classificação quanto à heurística de roteamento utilizada
 - 3.1 Redes orientadas à conexão (*connection-oriented service*)
 - 3.2 Redes não orientadas à conexão (*connectionless service*)

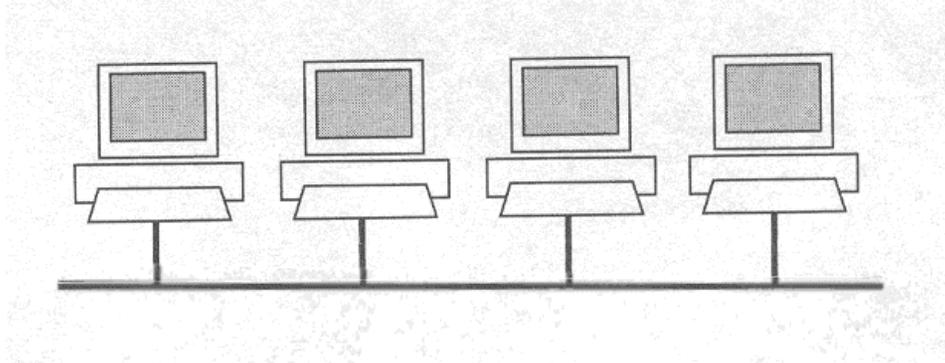
1. Classificação quanto ao tipo de transmissão

1.1 Dispositivos de Interconexão utilizados em Redes *Point-to-Point* e Redes *Broadcast*

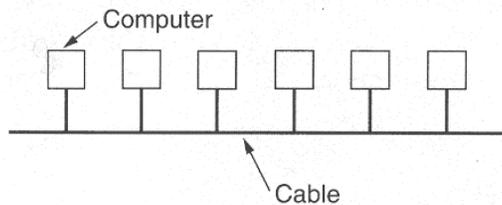
Tipo de transmissão	Dispositivos envolvidos
Redes <i>Broadcast</i>	Concentradores <ul style="list-style-type: none">• Utilizados por redes do tipo multiponto.• Todos os computadores interligados ao dispositivo compartilham internamente um único enlace de transmissão.
Redes <i>Point-to-point</i>	Comutadores <ul style="list-style-type: none">• 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, de acordo com determinadas métricas.

1.2 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).
- 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*.

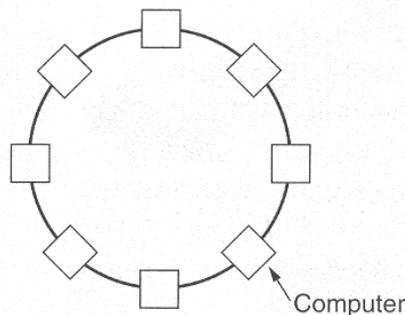


1.2.1 Rede *Broadcast* em Barra (*Bus*).



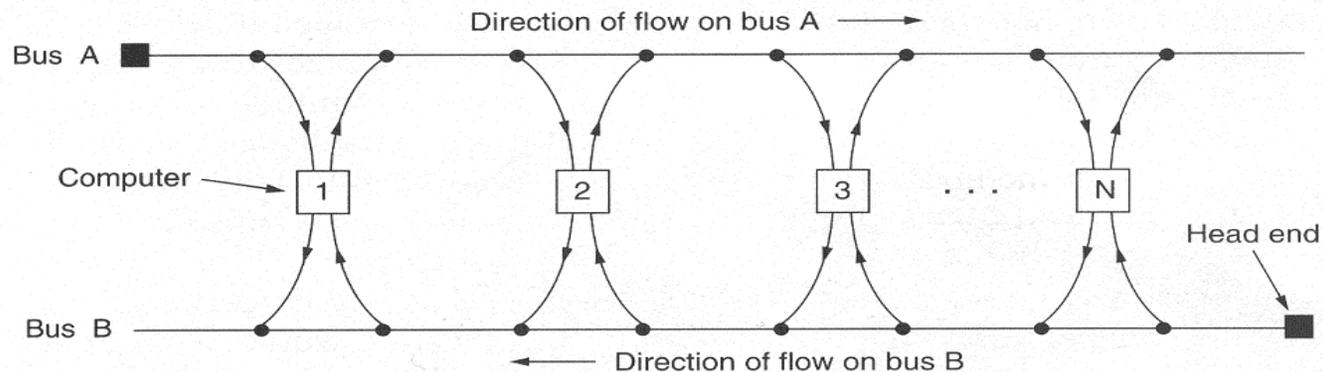
- Em uma rede *bus* (isto é, um cabo linear), a qualquer instante uma determinada máquina pode transmitir, enquanto que todas as outras máquinas ficam impedidas.
- Um mecanismo para arbitrar conflitos é utilizado quando mais máquinas desejam transmitir simultaneamente.
- A rede Ethernet (IEEE 802.3) 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 para tentar novamente.

1.2.2 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*.

1.2.3 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.

1.2.4 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.

1.2.5 Exemplos de Redes *Broadcast*

1.2.5.1 Ethernet (Rede Multiponto)

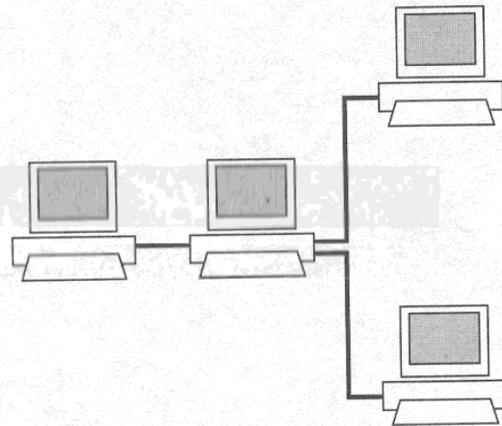
- ★ Especificada no padrão IEEE 802.3.
 - ★ Tecnologia LAN mais usada no mundo.
 - ★ Rede Local em barra.
 - ★ Concepção inicial: Empresas Digital, Intel e Xerox (DIX).
 - ★ Meio: Cabo coaxial.
- Protocolo de Acesso ao Meio é do tipo não determinístico:
- * Quando deseja transmitir, um computador escuta 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 cujos acessos colidirem irão esperar um tempo aleatório para reiniciar a operação.
 - * O processo de retransmissão obedecerá a um protocolo de acesso ao meio (MAC - *Medium Access Control*).
- ★ A instalação Ethernet mais comum provê velocidades de até 10 Mbps.
 - ★ Uma rede *Fast Ethernet* provê taxas de transmissão de até 100 Mbps e é tipicamente usada para sistemas de *backbone* de LANs.
 - ★ Uma rede Gigabit Ethernet provê um nível mais elevado, chegando a taxas de 1 Gbps.

1.2.5.2 Token-Ring (Rede Multiponto)

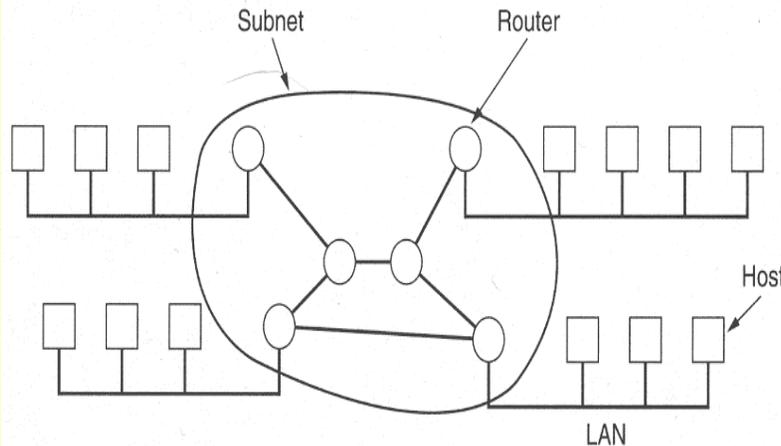
- Especificada no padrão IEEE 802.5.
 - 2ª tecnologia LAN mais usada no mundo.
 - Rede Local na qual os computadores são conectados em anel.
 - Concepção inicial: IBM da Alemanha.
 - Permite taxas de transmissão de dados de 4 ou 16 Mbps.
 - Objetivo: Interligar dispositivos de rede com acesso ordenado.
- Protocolo de Acesso ao Meio é do tipo 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: 0 → 1) 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 (1 → 0), habilitando o *frame* a ser esvaziado.
 - Quando o *frame* volta à sua origem, o computador de origem vê a mudança de estado (→ 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.

1.3 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 (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.
- ★ Estas redes são constituídas de linhas de transmissão (circuitos ou canais que permitem mover bits entre as máquinas) e elementos responsáveis pela comutação (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 elementos são chamados nós de chaveamento de pacotes (*packet switching nodes*) ou roteadores (*routers*).

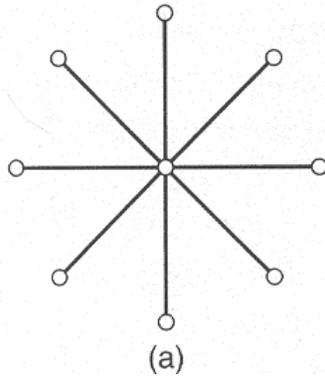


- ★ A Figura mostra um sistema em que cada *host* pode ser conectado diretamente a um roteador.
- ★ A coleção de linhas de comunicação e roteadores (sem incluir os *hosts*) pode ser chamada de sub-rede (ou *sub-net*).
- ★ De uma forma simplificada, uma sub-rede é uma coleção de roteadores e linhas de comunicação que movem pacotes do *host* fonte para o *host* de destino.

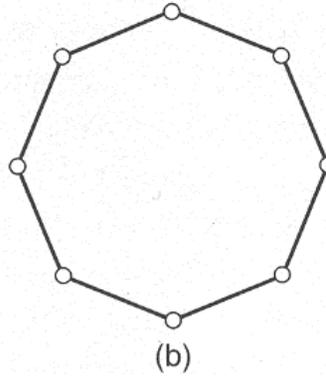
- ★ Se dois roteadores que não compartilham o mesmo cabo desejam, no entanto, se comunicar, devem fazê-lo de forma indireta, através de outros roteadores.
- ★ Quando um pacote é enviado de um roteador para outro através de um ou mais roteadores intermediários, o pacote é recebido por cada roteador intermediário 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.

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

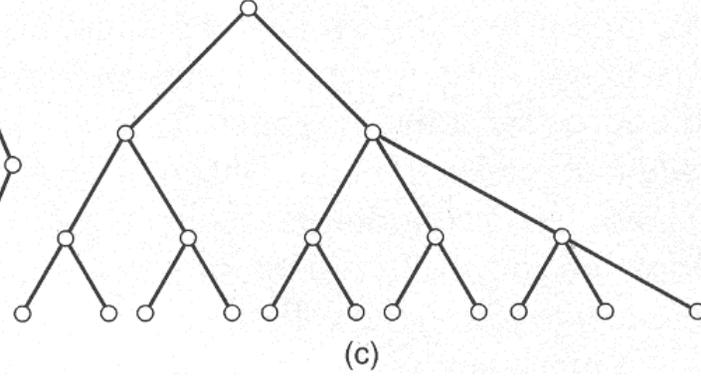
Quando uma *sub-net point-to-point* é utilizada, uma importante característica de projeto é a escolha da topologia de interconexão de roteamento.



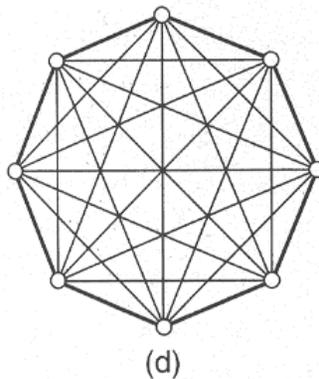
(a)
Estrela



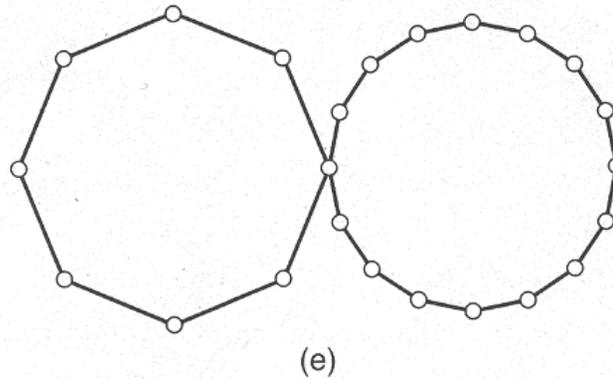
(b)
Anel



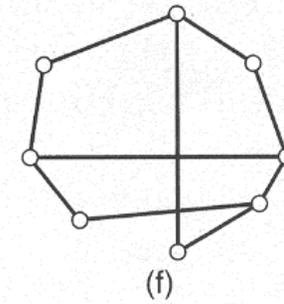
(c)
Árvore



(d)
Completa



(e)
Anéis interseccionados



(f)
Irregular

1.3.2 Exemplos de Redes *Point-to-Point*

1.3.2.1 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 os erros de transmissão 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.

1.3.2.2 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.

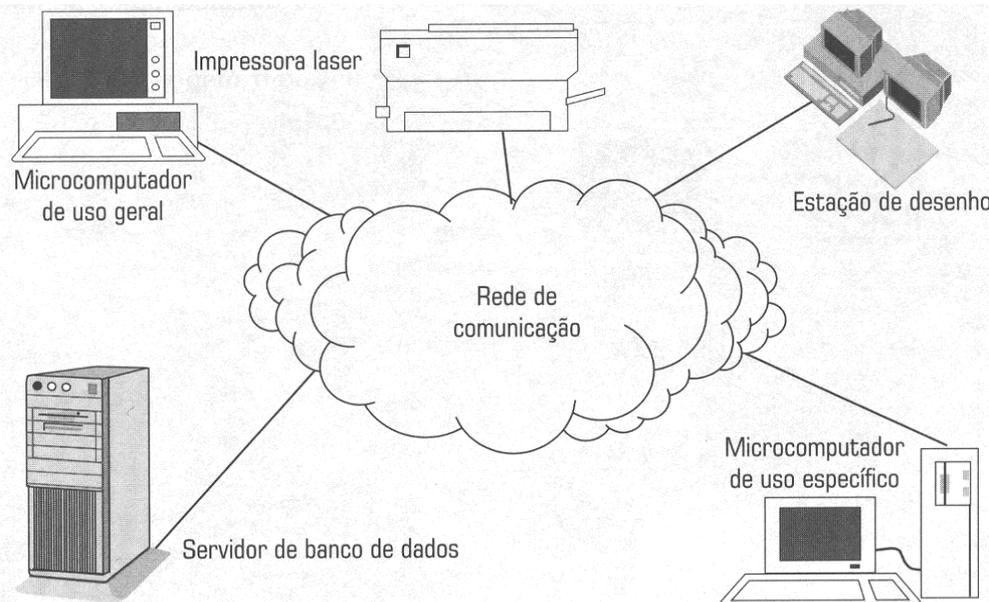
1.3.2.3 Cell - Relay (Rede Ponto-a-Ponto)

- 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)

2. Classificação quanto à escala

2.1 Redes Locais (LANs)

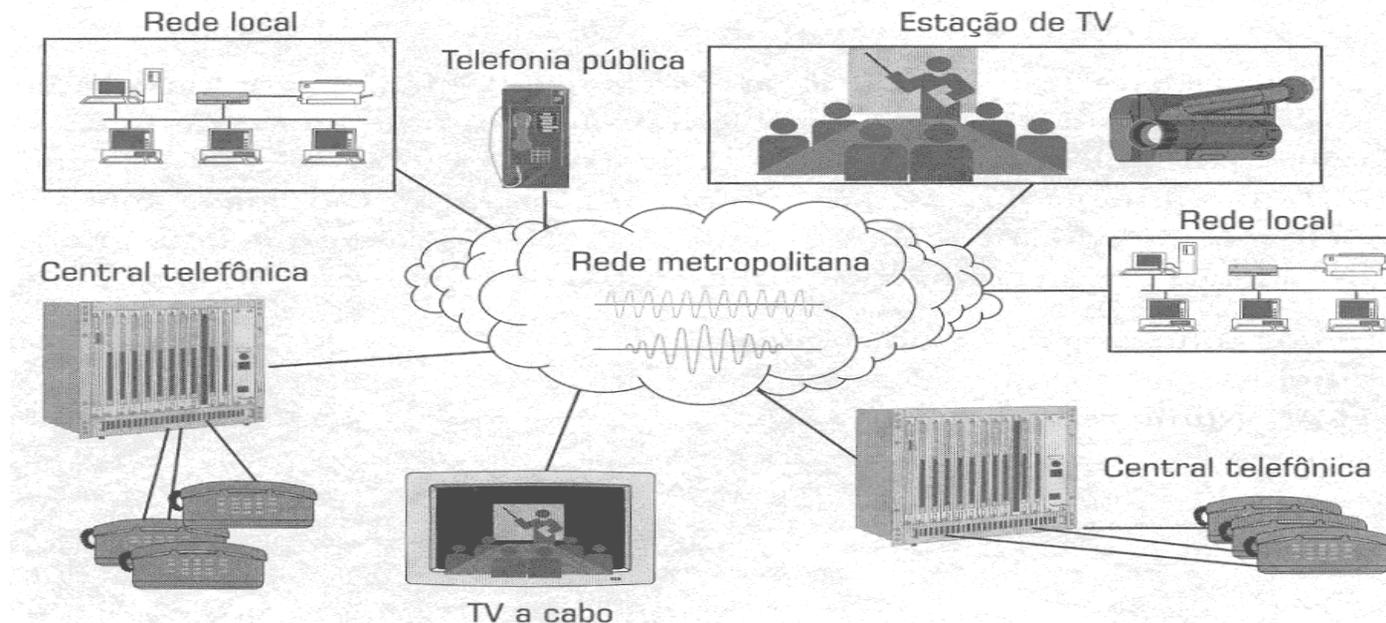
LAN (Local Area Network): uma rede local é convencionalmente definida como uma rede com abrangência física de até poucos quilômetros, com uma alta taxa de transferência (centenas ou até milhares de Mbps), baixa ocorrência de erros e sem roteamento da informação (o roteamento é caracterizado por um *broadcast*,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



- Salas ($\approx 10\text{m}$), prédios ($\approx 100\text{m}$), campi ($\approx 1\text{ km}$).
- Um grupo de microcomputadores ou outras estações de trabalho conectados na mesma área, para a troca de informações.
- Em geral, um ou mais computadores agem como servidores para o propósito de compartilhar periféricos (*hard disks*, impressoras, etc).

2.2 Redes Metropolitanas (MANs)

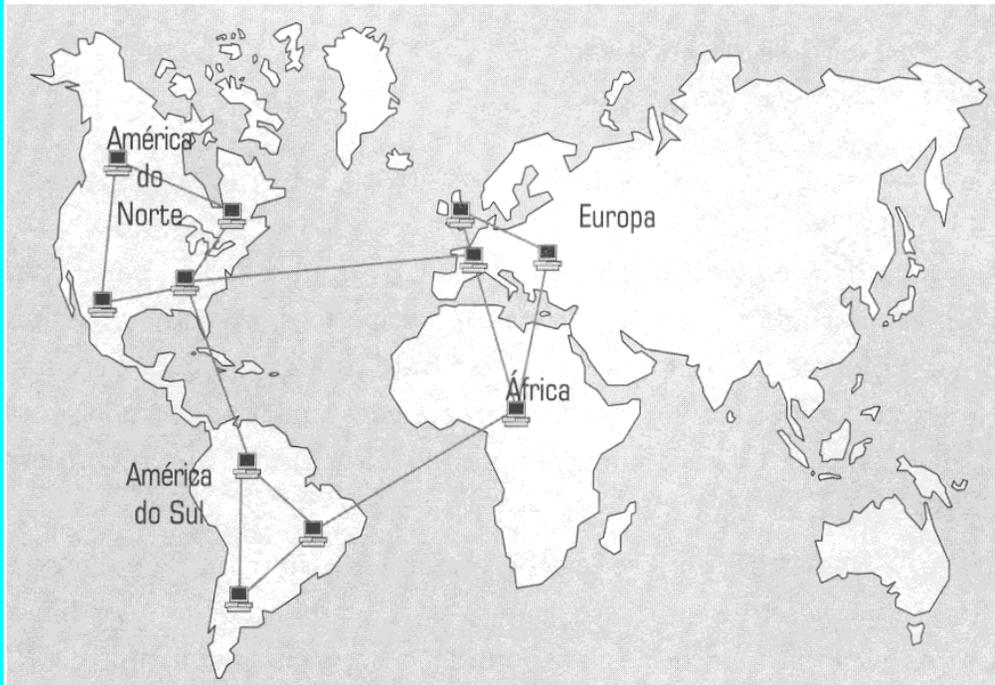
MAN (Metropolitan Area Network): as redes metropolitanas são caracterizadas por abrangerem uma região metropolitana de uma determinada cidade. Existe o roteamento de informação, mas este serviço é todo transparente para o usuário final, uma vez que é de responsabilidade de uma concessionária de telecomunicação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



- Cidades (≈ 10 km).
- Interconectam prédios em uma área geográfica que pode abranger uma cidade ou estado.

2.3 Redes Geograficamente Distribuídas (WANs)

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.



- Países (≈ 100 km), Continentes (≈ 1000 km), Planeta (≈ 10000 km).
- Conexão de 2 ou mais redes através de máquinas denominadas *gateways*.
- Exemplo: Internet.
- Consistem de conjuntos de nós interconectados, que provêm facilidades de comutação para transportar dados de nó a nó, da fonte ao destino.
- Redes WANs podem ser implementadas com base em duas tecnologias: comutação de circuitos e, na maioria das vezes, comutação de pacotes.

3. Classificação quanto à heurística de roteamento utilizada

Conduzir os pacotes desde a fonte até o destino (*end-to-end transmission*) é uma tarefa que, em geral, pode requerer muitos *hops* (saltos ou trocas de rota) em roteadores intermediários ao longo do caminho.

Para atingir este objetivo é necessário:

- O conhecimento da topologia da sub-rede de comunicação (conjunto de roteadores).
- A escolha de caminhos apropriados ao longo da sub-rede.
- A escolha de rotas que evitem desequilíbrio de fluxo na rede, sobrecarregando algumas linhas de comunicação e roteadores, enquanto outras resultam desocupadas.

Duas filosofias básicas são adotadas para organizar a *sub-net*:

- Abordagem orientada à conexão, (comutação por circuitos ou *circuit switching*).
- Abordagem não orientada à conexão, (comutação por pacotes *packet switching*).

3.1 Redes orientadas à conexão (*connection-oriented service*)

- Em redes orientadas à conexão são estabelecidos **circuitos virtuais (CVs)**.
 - Com o estabelecimento de um **CV** é estabelecida uma rota para a conexão, partindo da máquina fonte até a máquina destino, evitando a escolha de uma nova rota para cada pacote ou célula a ser enviado.
 - A rota estabelecida é usada para todo o tráfego que irá fluir pela conexão (da mesma forma que ocorre em sistemas telefônicos, em que um canal dedicado faz a interconexão entre remetente e destinatário.).
 - Por esta razão, a denominação **CV** é uma analogia com o conjunto de circuitos físicos estabelecidos pelos sistemas telefônicos.
 - Quando uma conexão de rede é estabelecida, um número de **CV** ainda não em uso naquela máquina é escolhido como o identificador daquela conexão.
 - Quando a conexão é terminada o **CV** é também desestabelecido.
-
- Pacotes que fluem sobre um dado **CV** tomam a mesma rota através da *sub-net*.
 - Cada roteador deve, portanto, saber para onde propagar os pacotes ao longo de cada um dos **CV** abertos, para tanto mantém uma tabela com uma entrada para cada **CV** aberto.
 - Cada pacote viajando através da sub-rede deve conter, em seu cabeçalho, um campo para ser ocupado com o número do **CV** pelo qual deverá trafegar.
 - Quando um pacote chega no roteador, o roteador sabe de qual linha de transmissão o pacote chegou e qual é o número do circuito virtual pelo qual está trafegando.
 - Baseado nesta informação, o pacote é progressivamente enviado sobre a linha de transmissão de saída correta.

Três operações caracterizam o procedimento de funcionamento de um ambiente de *circuit switching*:

(1) Estabelecimento do **CV** ; (2) Transferência de dados; (3) Fechamento do **CV**.

- Cada processo que utiliza um **CV** virtual deve indicar quando é finalizado, para que o **CV** possa ser excluído das tabelas de roteamento, visando a recuperação do espaço.
- Em redes públicas, a estratégia para resolver este problema é cobrar os usuários por tempo de conexão e por dados transportados.

Os dados transferidos podem ser tanto analógicos como 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 **CVs**:

- ✓ simplicidade,
- ✓ taxas fixas de transmissão de dados,
- ✓ vulnerabilidade a falhas em *links* de transmissão ou roteadores,
- ✓ menor atraso de transmissão (o atraso ocorre apenas por ocasião do estabelecimento do **CV**).

3.2 Redes não orientadas à conexão (*connectionless service*)

- Em redes não orientadas à conexão, os pacotes são chamados **datagramas**, em analogia com telegramas.
- Em contraste com os **CVs**, em uma sub-rede que utiliza **datagramas** nenhuma rota é estabelecida antecipadamente.
- Os dados dos usuários (a serem transmitidos) são segmentados em pacotes de tamanho variável.
- A operação de segmentação em pacotes pacotes é caracterizada pela divisão dos dados e pelo acréscimo de informação de controle, em cada pacote.
- O campo de informações de controle contém o endereçamento necessário para o roteamento do pacote para o destinatário. Cada datagrama, em uma rede grande, precisará conter um longo endereço de destino (da ordem de uma dúzia de bytes ou mais).
- Cada pacote é enviado pela rede e roteado independentemente de seus predecessores.
- Esta característica pode resultar em transmissão não seqüencial (pacotes sucessivos podem seguir rotas diferentes) e na chegada dos pacotes fora de ordem ao destinatário.
- Por esta razão, cada pacote deve conter, ainda, uma numeração de seqüenciamento.
- O envio de pacotes por sub-redes que utilizam **datagramas** envolve mais tarefas de controle.

- Usando **datagramas**, os roteadores não terão uma tabela com uma entrada para cada **CV** aberto.
- Ao invés disto, terão uma tabela que indicará qual a linha de saída a ser usada para cada possível roteador de destino.
- Estas tabelas são também necessárias quando **CVs** são usados, para determinar a rota para um pacote.
- O estabelecimento e a liberação de caminhos em uma rede que utiliza datagramas não irão requerer qualquer particular tarefa de parte dos roteadores.
- Quando um pacote chega, o roteador procura a linha de saída que irá usar e envia o pacote.

Características de redes comutadas por **datagramas**:

- ✓ complexidade,
- ✓ taxas de transmissão de bits variáveis,
- ✓ são mais robustas, podendo se adaptar a falhas em *links* de transmissão ou roteadores e ao congestionamento mais facilmente do que sub-redes que utilizam **CVs**.
- ✓ maior atraso de transmissão (o atraso pode ocorrer por ocasião de cada operação de roteamento).

ASPECTO	DATAGRAMA	CV
Estabelecimento de circuito	Não necessário	Requerido
Orientação à conexão	Não	Sim (necessitam tempo de <i>setup</i>)
Exemplo	Internet	ATM
Modelo	Sistema Postal	Sistema Telefônico
Confiabilidade	Não confiáveis	Confiáveis
Endereçamento	Cada pacote contém os endereços completos de fonte e destinatário (longos)	Cada pacote contém um n° de CV (curto)
Informação de estado	Sub-rede não retém informação de estado	Cada CV requer espaço nas tabelas do roteador
Roteamento e entrega de pacotes	Cada pacote é roteado independentemente do predecessor	Rota é escolhida quando o CV é estabelecido Todos os pacotes seguem a rota. Entrega dos pacotes é garantida e em seqüência Provê confirmação de entrega e priorização opcional de pacotes
Efeito de falhas em roteadores e <i>links</i> de transmissão	Nenhum, exceto para pacotes perdidos durante a falha	Todos os CVs que passam pelo roteador em falha são abertos
Controle de congestionamento	Difícil	Fácil, se <i>buffers</i> forem alocados para cada CV, antecipadamente