



# **Arquitetura de Redes de Computadores**

**Dr. Edson Moreira Silva Neto**

**Professor/Redes de Computadores**

## **Conceitos Básicos**

# Agenda

- 1) Considerações Iniciais
- 2) Motivações
- 3) Transmissor, Receptor e Canal de Comunicação
- 4) Protocolos e Modelos de Camada
- 5) Serviços de Rede
- 6) Parâmetros para Avaliação
- 7) Redes Locais, Metropolitanas e Distribuídas
- 8) Redes Cabeadas e Sem Fio
- 9) Redes Ponto a Ponto e Multiponto
- 10) Redes Comutadas por Circuitos e Comutadas por Pacotes
- 11) Modelo Cliente-Servidor
- 12) Serviços Oferecidos pelas Redes
- 13) Histórico

# Considerações Iniciais



# Considerações Iniciais

- ◆ Objetivo principal: **apresentar os conceitos básicos para a compreensão inicial das redes de computadores.**
- ◆ Será apresentada uma visão geral dos principais conceitos e termos aplicados às Redes de Computadores.
- ◆ Parâmetros para avaliação de uma rede.

# Considerações Iniciais

- ◆ Ainda, uma Classificação das Redes.
- ◆ O modelo Cliente-Servidor
- ◆ Histórico da evolução das redes, especialmente da Internet.

# Considerações Iniciais

## Comunicação e Processamento

- ◆ A comunicação é uma das maiores necessidades da sociedade humana desde os primórdios de sua existência.
- ◆ Comunicação de longa distância: sinais de fumaça, pombos-correio.

# Considerações Iniciais

## Comunicação e Processamento

- ◆ A invenção do telegrafo por Samuel F. B. Morse (1838) inaugurou uma nova época nas comunicações.
- ◆ Desde então, a comunicação através de sinais elétricos atravessou uma grande evolução, dando origem à maior parte dos grandes sistemas de comunicação que temos hoje em dia, como o telefone, o rádio e a televisão.

# Considerações Iniciais

## Comunicação e Processamento

- ◆ Uma outra área que alcançou grande desenvolvimento foi a de equipamentos para **processamento e armazenamento de informações**.
- ◆ Nesse sentido, a introdução de sistemas de computadores na década de 1950 foi, provavelmente, o maior avanço do século XX.



# Considerações Iniciais

## Comunicação e Processamento

- ◆ A conjunção destas duas tecnologias: – **comunicação** e **processamento** de informações – veio revolucionar o mundo em que vivemos, abrindo as fronteiras com novas formas de comunicação, e permitindo maior eficácia dos sistemas computacionais.
- ◆ As Redes de Computadores são hoje uma realidade neste contexto

# Motivações



# Motivações

- ◆ Definição

- ◆ Uma Rede de Computadores (RC) é um conjunto de dispositivos interconectados por um sistema de comunicação com a finalidade de **trocar informações e compartilhar recursos**.

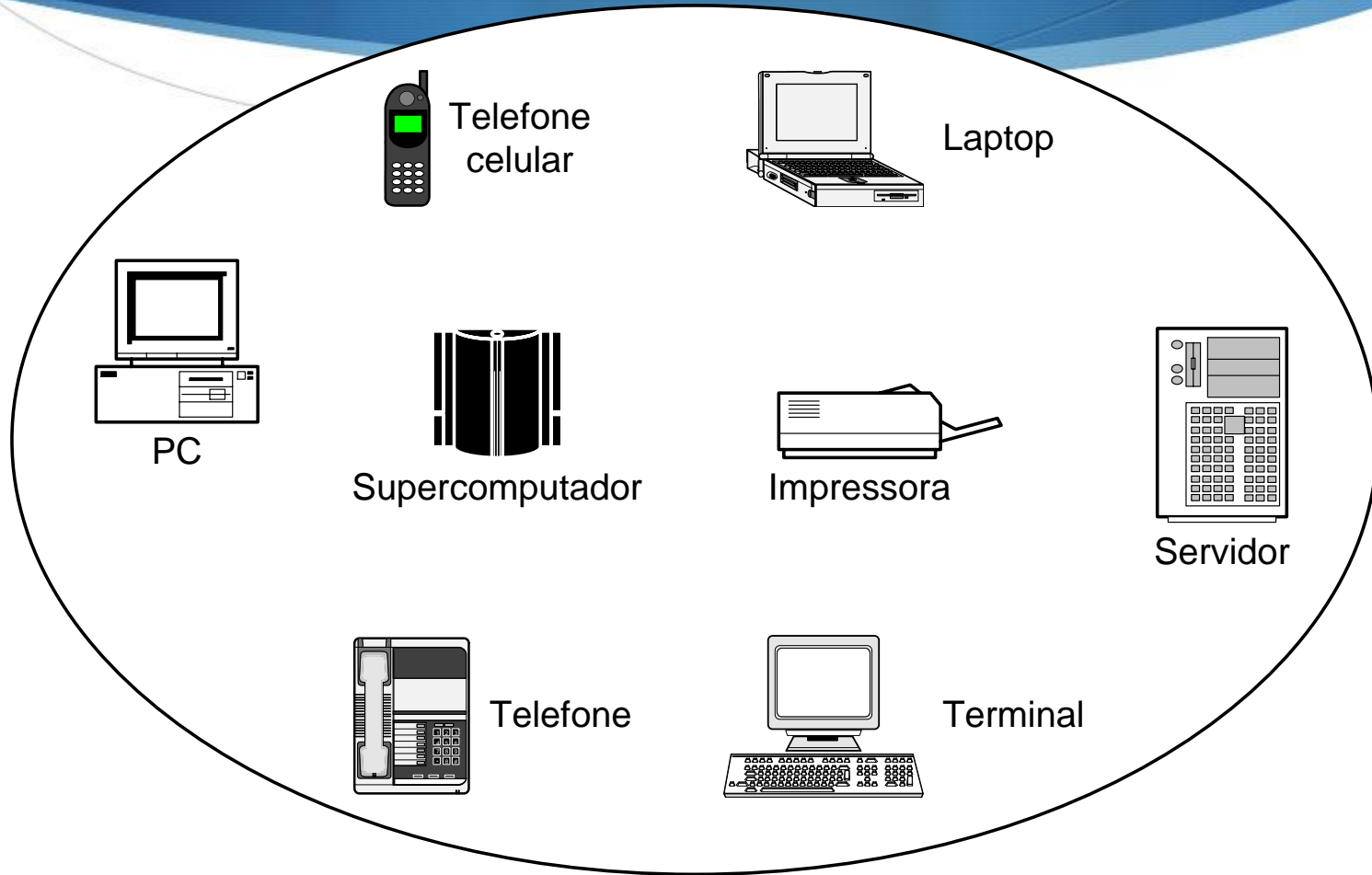
- ◆ Antigamente:

- ◆ Computadores de Grande Porte
- ◆ Computadores Pessoais

- ◆ Hoje:

- ◆ Qualquer dispositivo que tenha capacidade de processamento.

# Redes de Computadores



# Motivações

- ◆ Dois motivos principais:
  - ◆ **Troca e compartilhamento de informações** de forma rápida e a baixo custo.
  - ◆ **Compartilhamento de recursos** de hardware e software.

# Motivações

- ◆ Exemplos – Troca de Informações:
  - ◆ Sistemas Acadêmicos das universidades
  - ◆ Sistemas empresariais que disponibilizam informações para clientes, parceiros, funcionários, etc
  - ◆ Home Banking
  - ◆ e-Commerce
  - ◆ e-Gov
  - ◆ Correio Eletrônico (e-Mail) x Correio Tradicional

# Motivações

- ◆ Exemplos – Compartilhamento de Recursos:
  - ◆ Compartilhamento de impressoras
  - ◆ Conexões a outras redes
  - ◆ Espaço em disco
  - ◆ Processadores

# Motivações

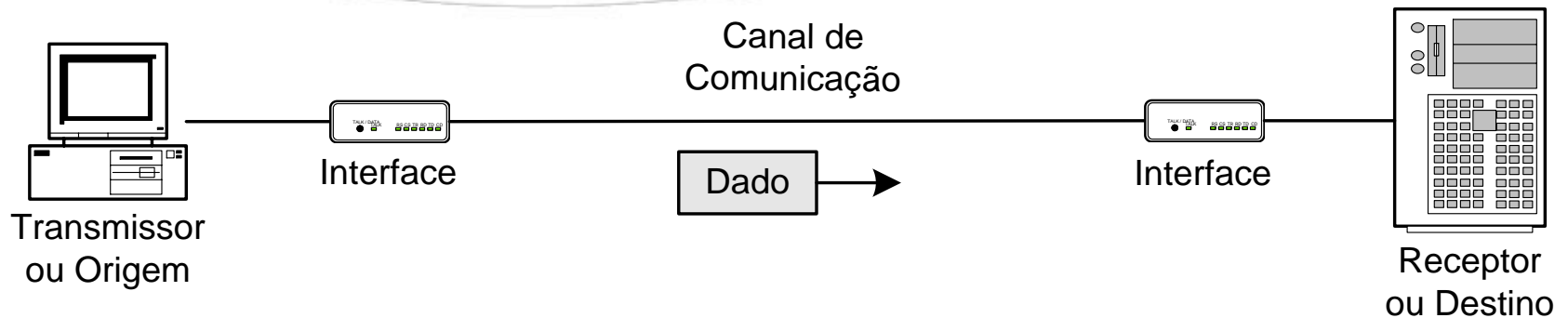
- ◆ Nem tudo são flores, há muitos problemas:
  - ◆ Questões de segurança no uso da rede
    - ◆ Vírus
    - ◆ Invasão de sites
    - ◆ Pedofilia
    - ◆ Crimes financeiros
  - ◆ Violação de direitos autorais: vídeos, fotos, livros etc



# Transmissor, Receptor, Canal



# Transmissor, receptor e canal de comunicação



- 💧 **Transmissor/Origem/Emissor**

- 💧 O dispositivo que transmite o dado

- 💧 **Receptor/Destino**

- 💧 O dispositivo que recebe o dado

- 💧 **Canal de Comunicação/Circuito/Link/Enlace**

- 💧 Por onde o dado é transportado

# Transmissor, Receptor e Canal

## Observações:

- O papel de transmissor e receptor, em geral, é dinâmico, ora transmite, ora recebe.
- Na maioria dos casos, um dispositivo pode transmitir e receber ao mesmo tempo.
- O canal define uma série de características da transmissão (ex: o meio de transmissão).

# Transmissor, Receptor e Canal

## Observações:

- Os dispositivos são conectados fisicamente ao canal de comunicação utilizando uma interface de rede.
- É a interface de rede que, na origem, coloca o dado no canal; e, no destino, retira.
- Para ser transmitido o dado precisa ser codificado em um sinal que percorrerá o meio de transmissão.
- No destino, o dado será decodificado.
- Exemplo: Falar ao telefone.

# Transmissor, Receptor e Canal

## 💧 Observações:

- 💧 Um dispositivo em uma rede, precisa ser identificado de forma única (um número, um nome).
  - 💧 Ex: Número de Telefone
- 💧 No caso da Internet
  - 💧 Cada host possui um nome e um número IP

# Protocolos e Modelo de Camadas



# Protocolos e Modelo de Camadas

- ◆ Os Protocolos de Comunicação:
  - ◆ Garantem que a comunicação ocorra com sucesso.
  - ◆ **São regras predefinidas que devem ser seguidas pelos dispositivos. Organizam a comunicação.**
  - ◆ Os protocolos utilizados em uma rede precisam ser compatíveis.
  - ◆ Existem diversos protocolos relacionados à comunicação de dados e redes de computadores, e cada um possui uma função específica.
  - ◆ Os protocolos possuem funções específicas e precisam interagir para tornar o processo de comunicação efetivo.

# Modelo de Camadas

- 💧 Ideia inicial: **dividir o projeto de redes em funções independentes e agrupar as funções afins em camadas, criando o total isolamento de suas funções, e, principalmente, a independência de cada nível.**
- 💧 Traz benefícios para a manutenção do projeto da rede.
  - 💧 Em caso de problema basta corrigir a camada problemática
- 💧 Traz benefícios evolutivos
  - 💧 É possível introduzir novas funcionalidades em uma camada sem que as demais sejam afetadas.



# Modelo de Camadas

- ◆ Traz vantagens comerciais:
  - ◆ Diferentes empresas podem oferecer soluções para uma ou mais camadas.
  - ◆ Equipamentos de diferentes fornecedores podem conversar entre si – interoperabilidade.

# Modelo de Cinco Camadas

Camada de Aplicação	HTTP
Camada de Transporte	TCP
Camada de Rede	IP
Camada de Enlace	PPP
Camada Física	V.92

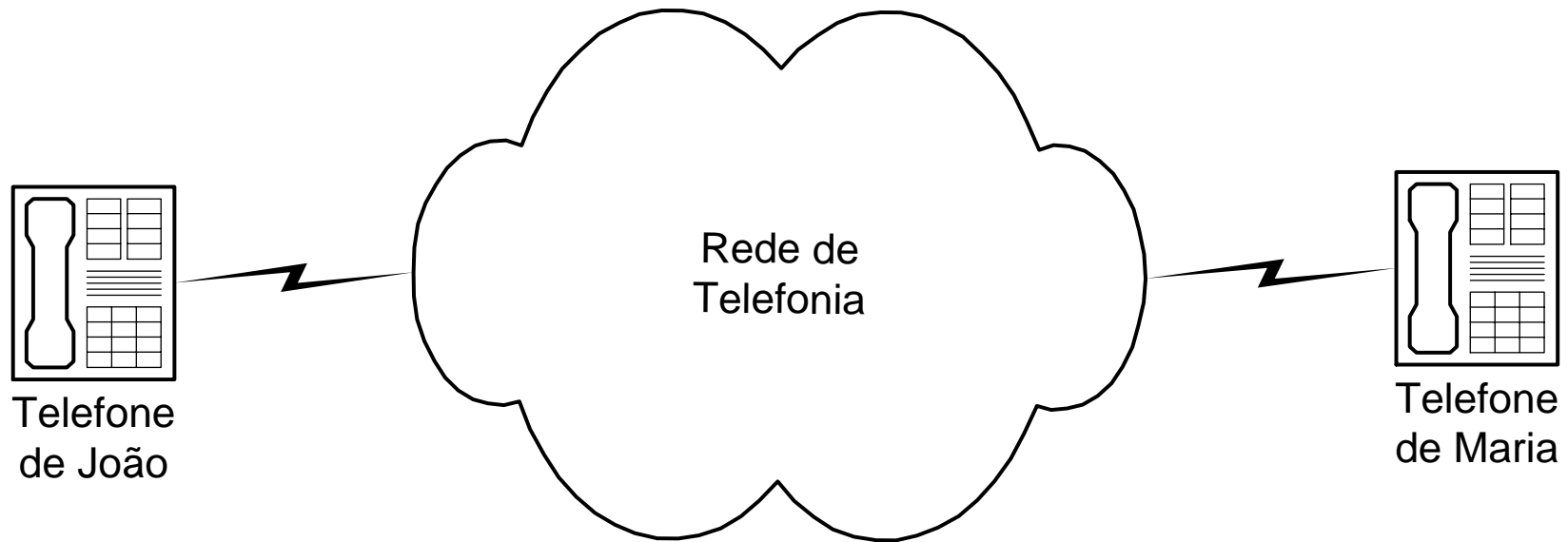
# Serviços de Rede



# Serviços de Rede

- ◆ A maioria dos usuários desconhece os detalhes (canal de comunicação, interfaces, protocolos) de funcionamento da rede.
- ◆ **SERVIÇO: é uma funcionalidade da rede disponível de forma transparente para seus usuários e aplicações.**
- ◆ Ex: Web, correio eletrônico, transferência de arquivos, terminal remoto, VoIP, videoconferência, etc.

# Serviço de Telefonia



**É preciso um protocolo para organizar a comunicação!**

# Parâmetros para Avaliação



# Parâmetros para Avaliação

- ◆ Existem diferentes tipos de rede, e cada uma possui suas vantagens e desvantagens.
- ◆ Alguns parâmetros:
  - ◆ Custo
  - ◆ Desempenho
  - ◆ Escalabilidade
  - ◆ Disponibilidade
  - ◆ Segurança
  - ◆ Padronização

# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Custo*

- ◆ Um dos parâmetros mais importantes
- ◆ Envolve, basicamente, o projeto, a aquisição dos equipamentos, instalação, configuração, operação e manutenção da rede
- ◆ Custo dos canais de comunicação
- ◆ Custo da equipe de suporte
- ◆ Custo dos softwares para monitoração, gerenciamento e segurança



# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Desempenho*

- ◆ Pode ser medido de várias formas, com diferentes métricas
- ◆ Taxa de transmissão, vazão (*throughput*) ou banda: especifica o número de bits por segundo (bps) transmitidos pelo canal.
- ◆ A partir da taxa de transmissão é possível calcular o tempo necessário para transferir um arquivo pela rede.
- ◆ A taxa de transmissão nem sempre é constante e varia no tempo.

# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Escalabilidade*

- ◆ É a capacidade de adicionar novos dispositivos ou usuários à rede com o menor impacto possível.
- ◆ Exemplo: a tarefa de adicionar um novo dispositivo à rede não deve gerar alterações significativas nos protocolos, interfaces e canais de comunicação já utilizados.
- ◆ Não deve exigir a reconfiguração dos demais elementos.
- ◆ O melhor exemplo é a Internet.

# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Disponibilidade*

- ◆ É o tempo que a rede permanece em funcionamento de forma ininterrupta, incluindo possíveis falhas de hardware ou software, manutenções preventivas e corretivas.
- ◆ Redes de missão crítica precisam de alta disponibilidade.
- ◆ Uma alta disponibilidade é obtida utilizando dispositivos com maior tolerância a falhas e redundâncias de recursos.
- ◆ Quanto maior a disponibilidade, maior o custo.

# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Segurança*

- ◆ Visa preservar quesitos como confidencialidade, autenticidade, controle de acesso, integridade e disponibilidade das informações.
- ◆ A segurança é hoje uma questão crítica.
- ◆ Existem muitas técnicas para implementar segurança na rede: criptografia, certificados digitais, firewalls, proxies.
- ◆ Quanto mais alto o nível de segurança, maior o custo.

# Parâmetros para Avaliação

## ◆ *Padronização*

- ◆ O Ethernet é um padrão de facto. Assim como a suite TCP/IP, utilizado no modelo Internet.
- ◆ Quando uma padronização é amplamente aceita, um maior número de empresas passa a fornecer produtos com base nesses padrões, e, conseqüentemente, o custo da tecnologia tende a diminuir com o tempo.
- ◆ Mais profissionais capacitados.
- ◆ O padrão continuará a ser desenvolvido, garantindo o investimento realizado.

# Redes Locais, Metropolitanas e Distribuídas

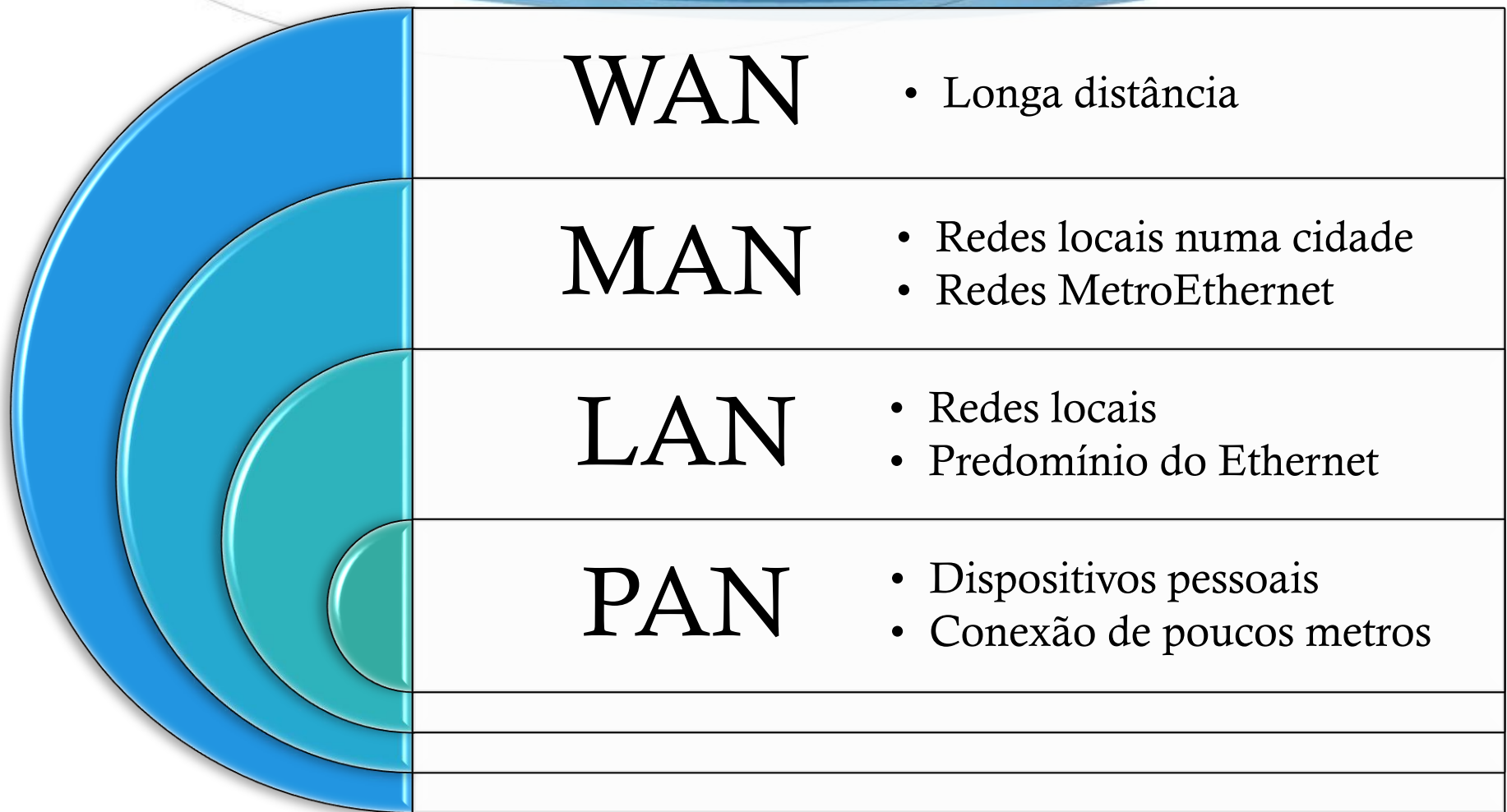


# Redes Locais, Metropolitanas e Distribuídas

- ◆ As RC podem ser classificadas conforme a distância física entre os dispositivos que compõem a rede.
  - ◆ SAN (*Storage Area Network*)
  - ◆ PAN (*Personal Area Network*)
  - ◆ LAN (*Local Area Network*)
  - ◆ MAN (*Metropolitan Area Network*)
  - ◆ WAN (*Wide Area Network*)

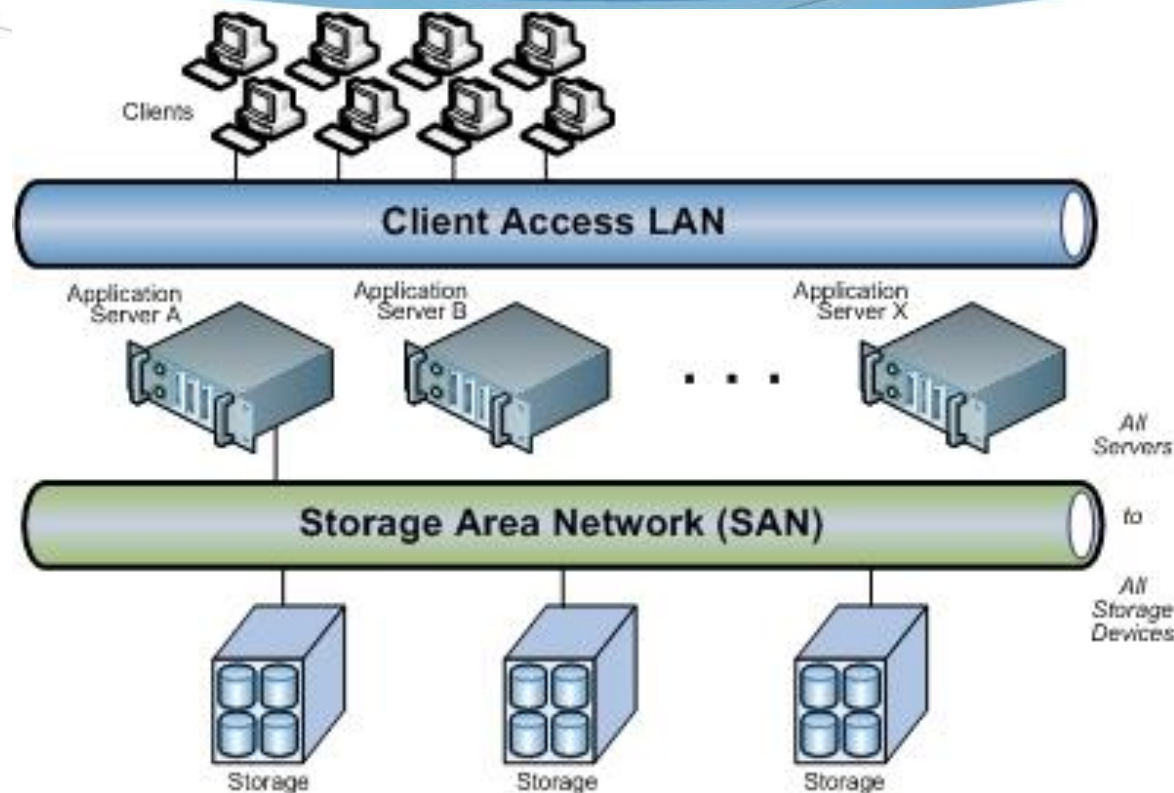


# Dispersão Geográfica





# Storage Area Network

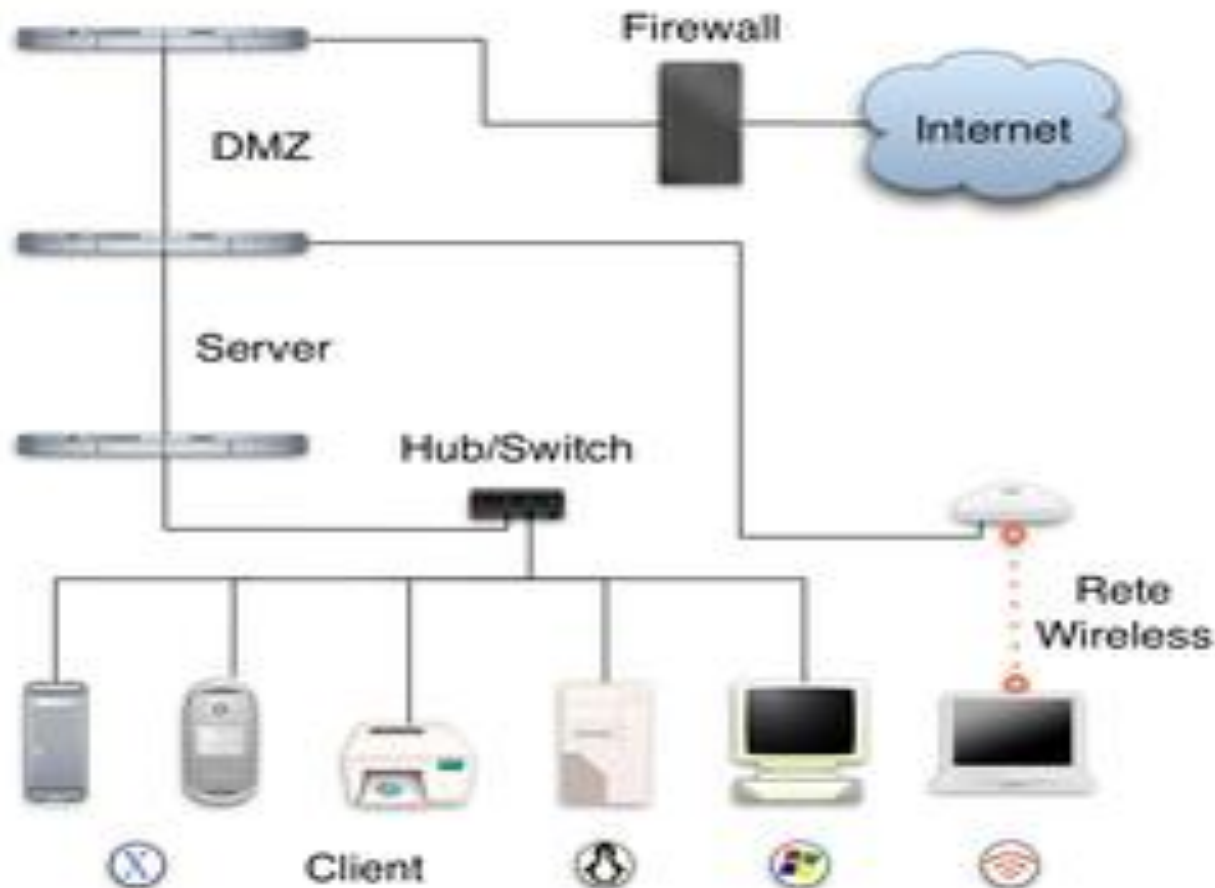


[http://www.snia.org/education/storage\\_networking\\_primer/san/what\\_san](http://www.snia.org/education/storage_networking_primer/san/what_san)

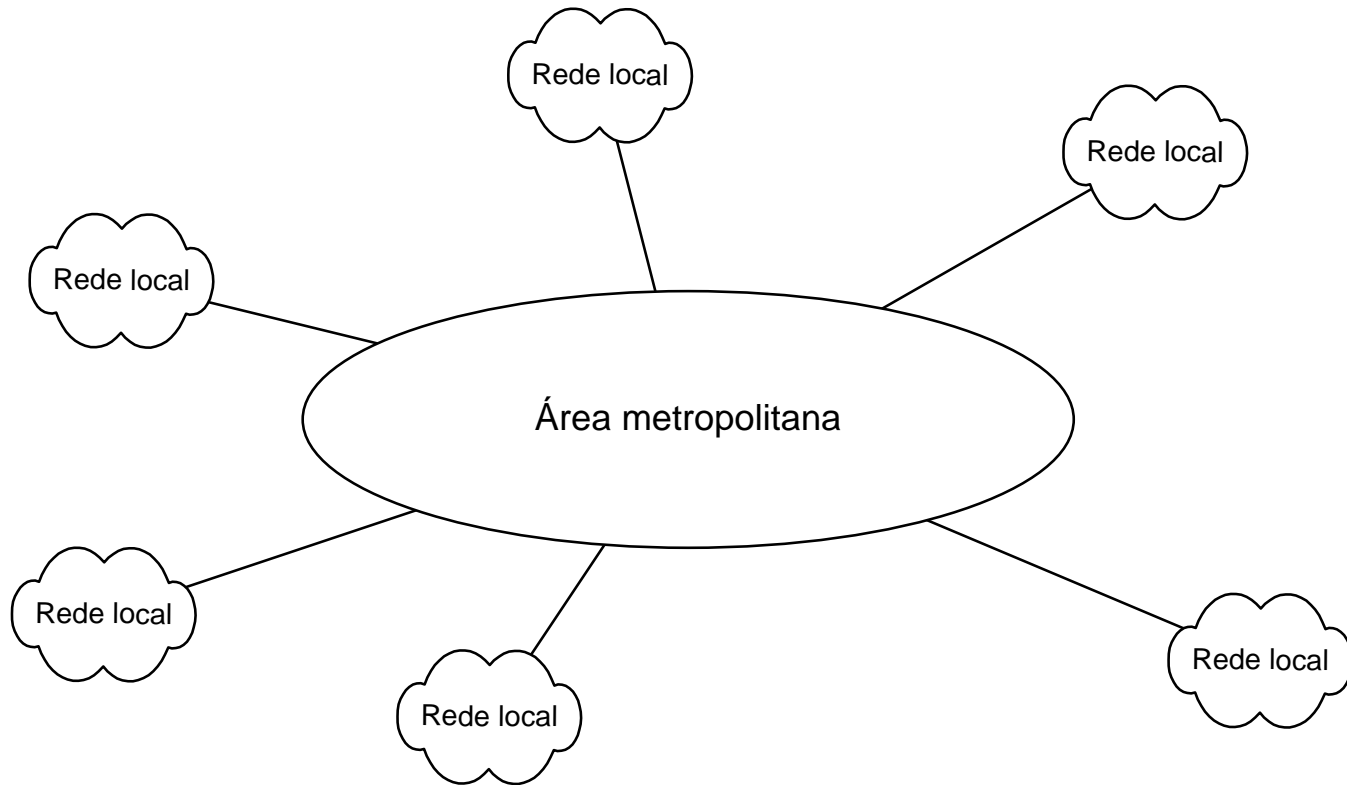
# Rede Pessoal



# LAN – Local Area Network



# Rede Metropolitana



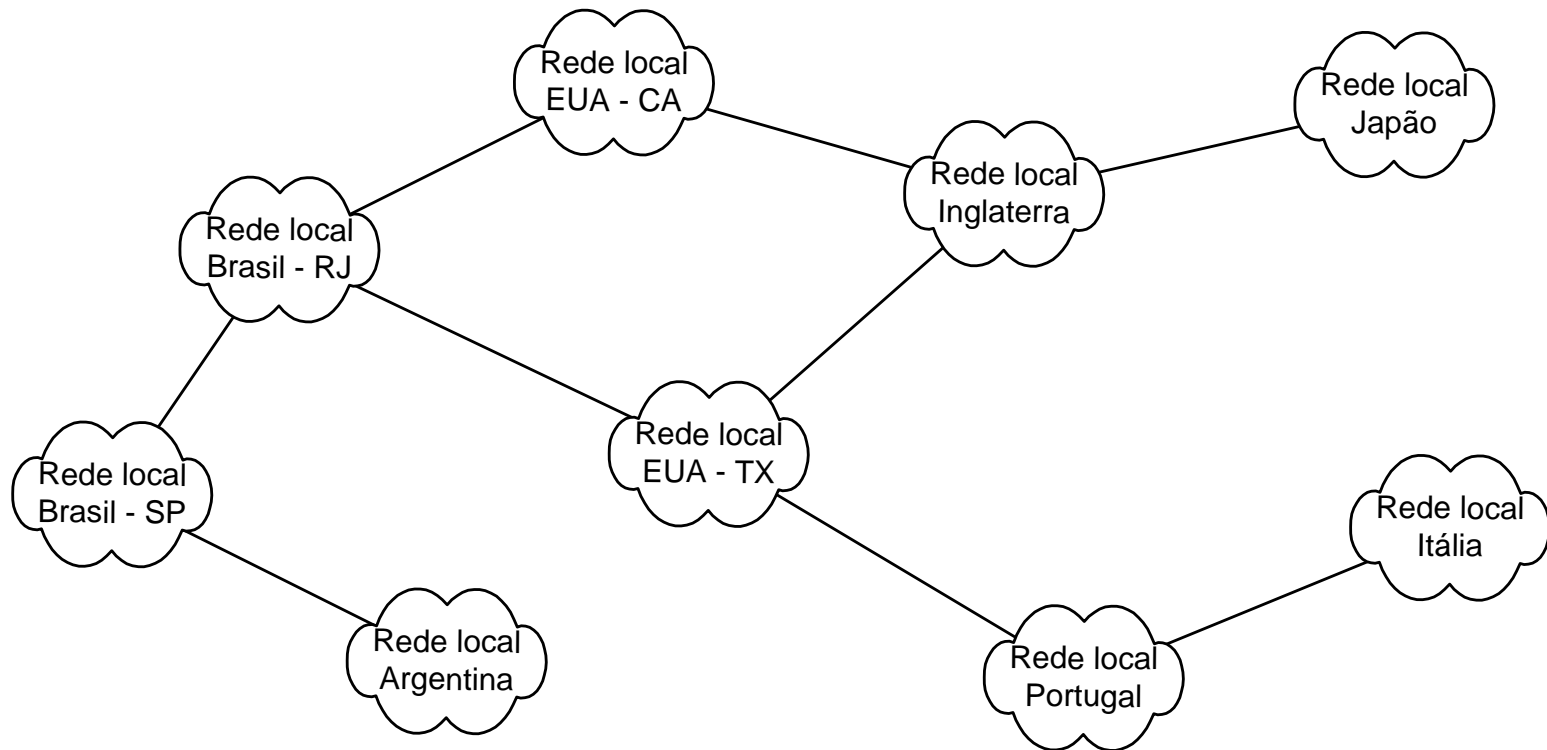


# Rede Metropolitana

## Rede GigaNatal



# Rede Distribuída





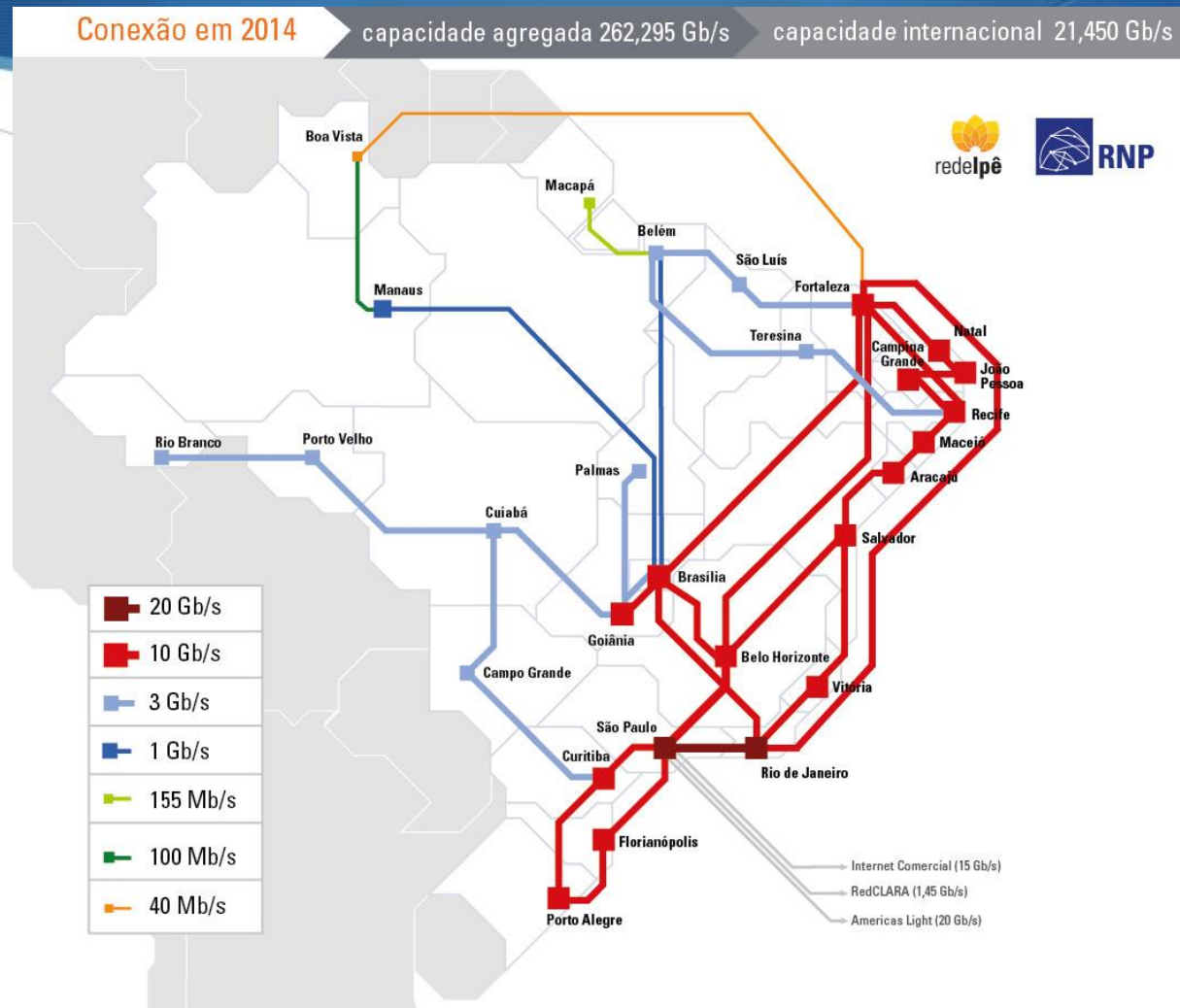
# Rede Distribuída

## Rede IPÊ

Conexão em 2014

capacidade agregada 262,295 Gb/s

capacidade internacional 21,450 Gb/s



# Redes Cabeadas e Sem Fio





# Redes Cabeadas e Sem Fio

## ◆ Redes Cabeadas

- ◆ Existe algum tipo de cabo ligando os dispositivos
- ◆ Par Trançado, Cabo coaxial, Fibra óptica

## ◆ Redes sem Fio

- ◆ Não existe uma conexão física entre os dispositivos
- ◆ A comunicação é feita utilizando o ar, vácuo, água
- ◆ Pode variar conforme o espectro de frequências utilizado como rádio, micro-ondas, satélite e infravermelho

# Redes Cabeadas e Sem Fio

## ◆ Vantagens das Redes sem Fio

- ◆ Baixo custo
- ◆ Facilidade de conexão dos usuários
- ◆ Mobilidade dos dispositivos

## ◆ Desvantagens:

- ◆ Mais susceptíveis as interferências (tx de erros maiores)
- ◆ Velocidade de transmissão menores
- ◆ Problemas de segurança

# Redes Cabeadas e Sem Fio

- ◆ Padronização das Redes sem Fio
  - ◆ IEEE 802.11 (WLAN)
  - ◆ IEEE 802.15 (WPAN)
  - ◆ IEEE 802.16 (WMAN)
  - ◆ IEEE 802.20 (WWAN)

# Redes Ponto a Ponto e Multiponto



# Redes Ponto a Ponto e Multiponto

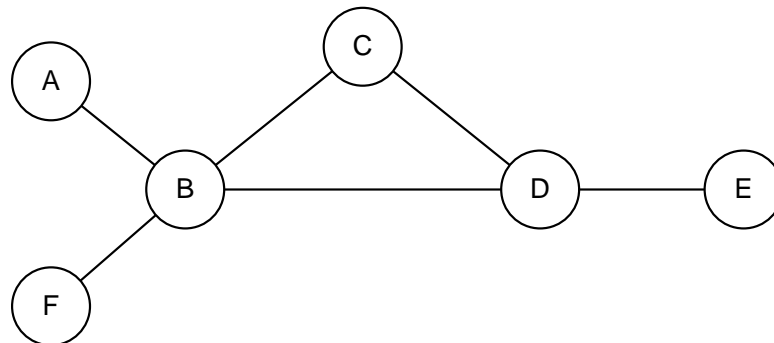
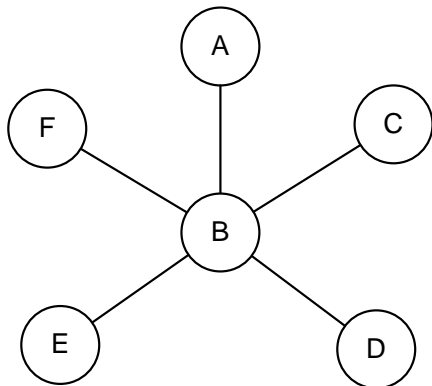
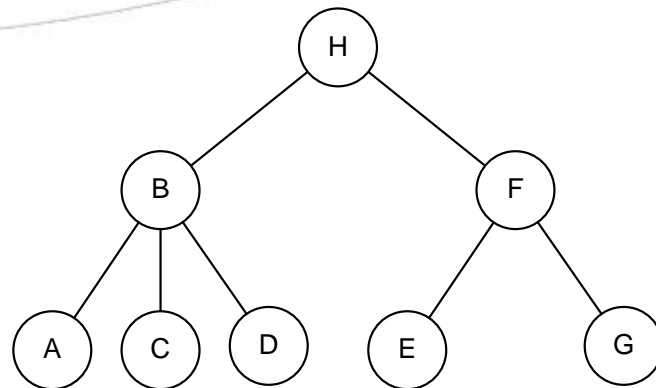
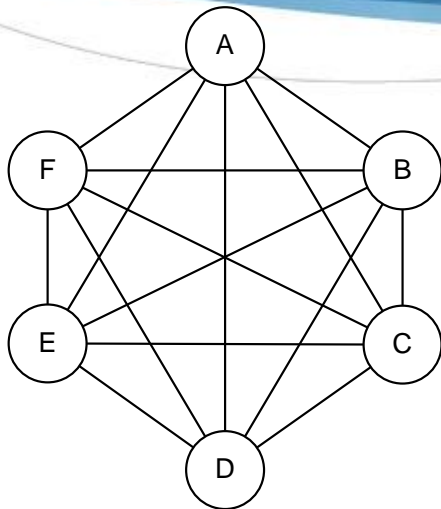
## ◆ TOPOLOGIA

- ◆ Refere-se a forma como os dispositivos de uma rede são conectados.
- ◆ Podem ser classificados em Ponto a Ponto e Multiponto.

## ◆ **Conexão Ponto a Ponto**

- ◆ Existe uma conexão dedicada ligando dois dispositivos.
- ◆ Não existe compartilhamento físico do canal de comunicação

# Redes Ponto a Ponto

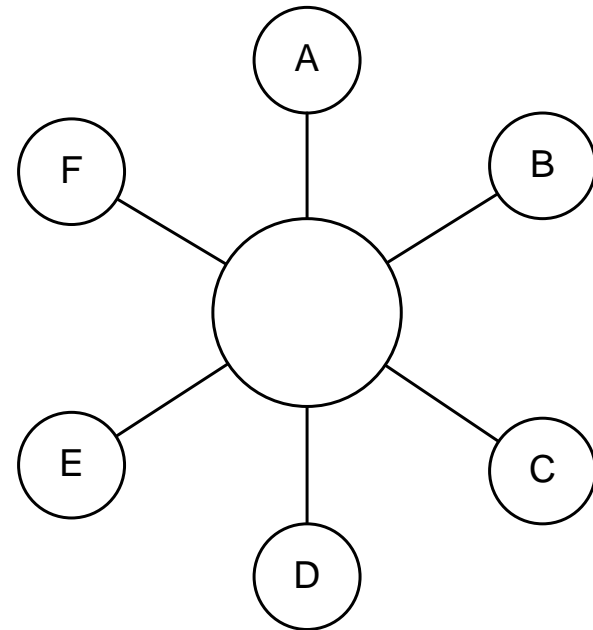
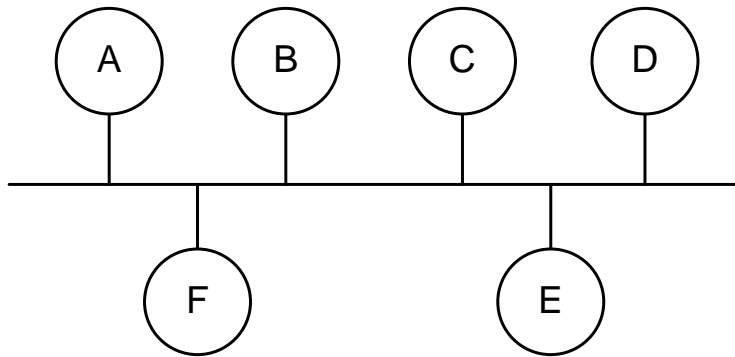


# Redes Ponto a Ponto e Multiponto

## ◆ **Conexão MultiPonto**

- ◆ O canal de comunicação é compartilhado por todos os dispositivos.
- ◆ É preciso algum mecanismo para regular o dispositivo que poderá transmitir em determinado instante.
- ◆ Esse mecanismo é chamado de *controle de acesso ao meio*

# Redes Multiponto

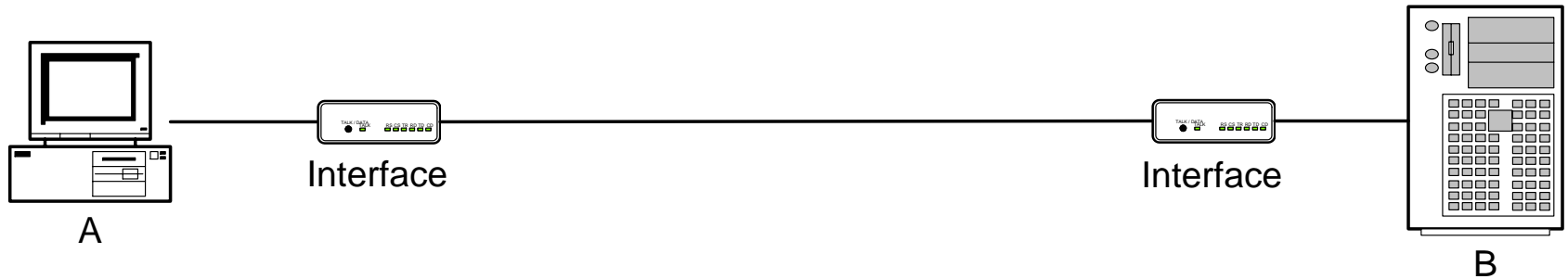




# Redes Comutadas por Circuito e Comutadas por Pacote



# Conexão ponto a ponto



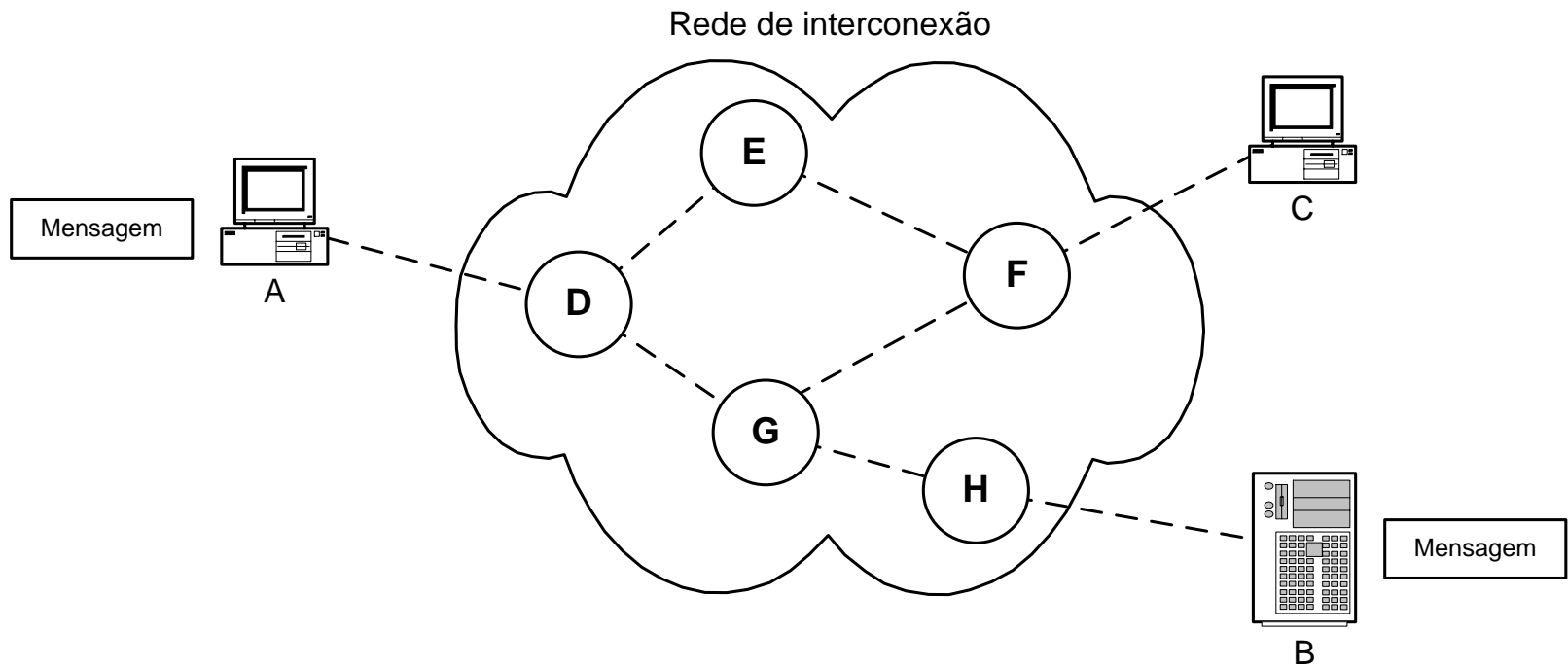
- Existe uma conexão dedicada aos dispositivos A e B.

# Rede de interconexão

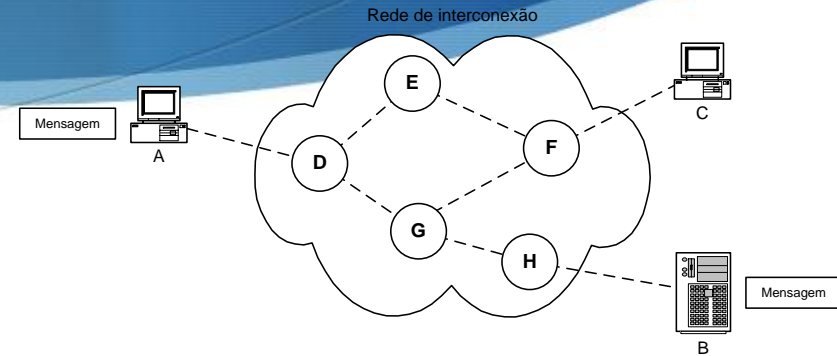


- Neste caso, os dispositivos são conectados a uma Rede de Interconexão.
- Internamente, esta rede é formada por dispositivos especializados como switches e roteadores, que permitem a comunicação entre origem e destino.

# Comutação

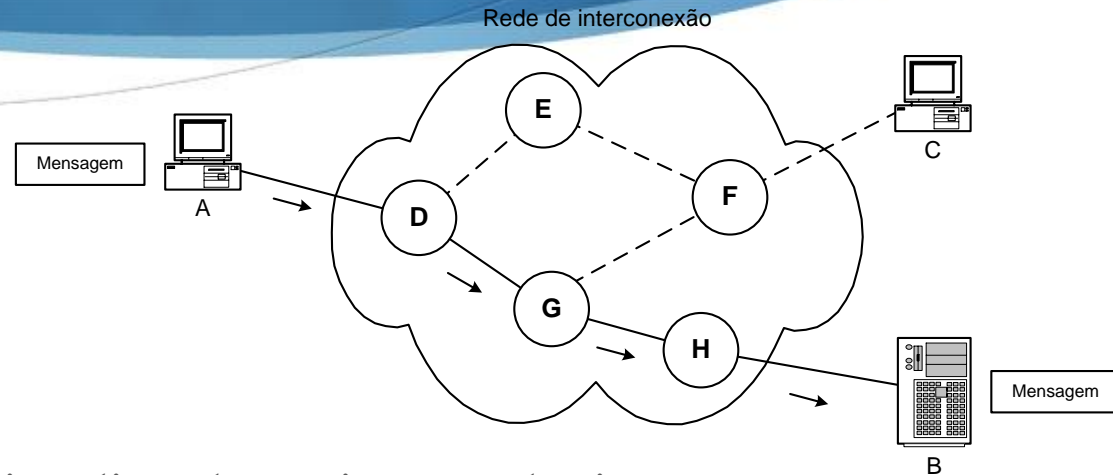


# Comutação



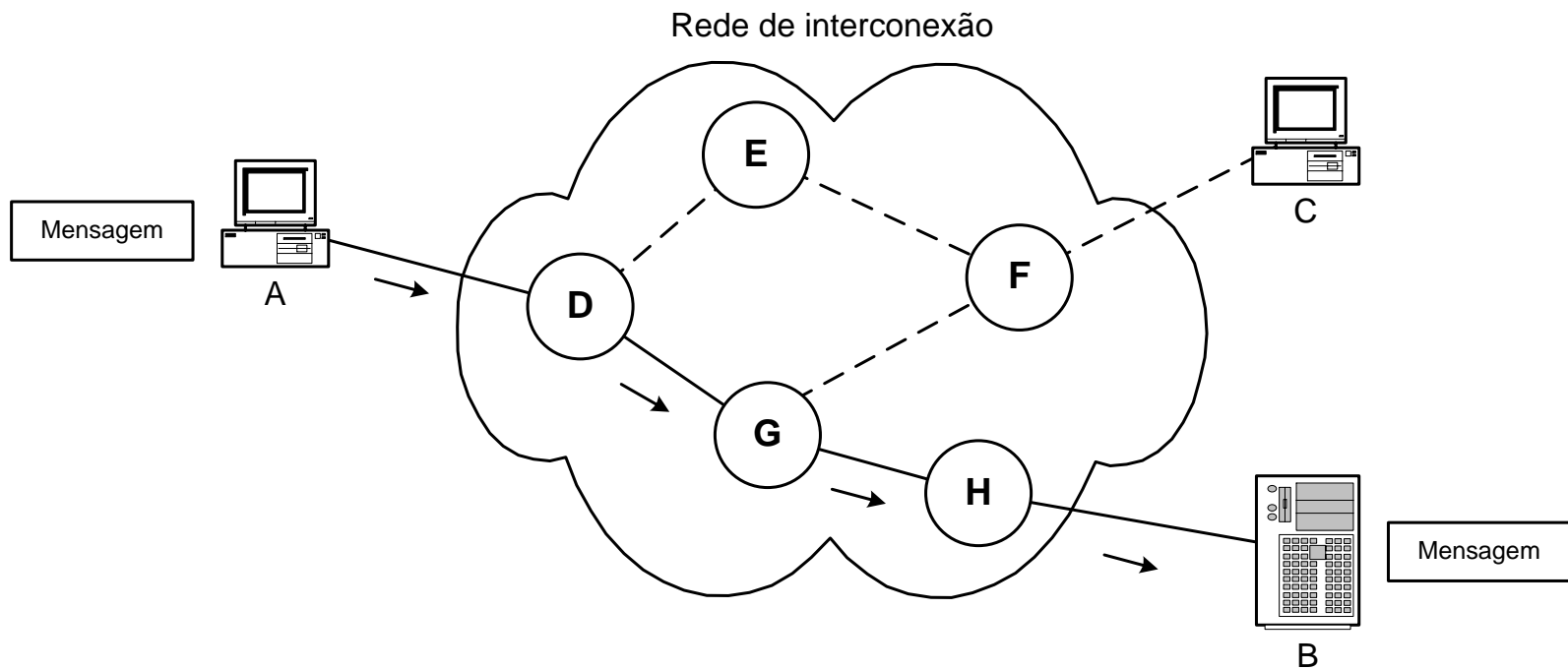
- Como os dispositivos A e B não estão ligados ponto a ponto, é necessário que a mensagem saia de A e seja reencaminhada por dispositivos intermediários, também chamados comutadores, até alcançar B.
- O processo de reencaminhamento chama-se **comutação**.
- Esta técnica de comutação é a base para a implementação de redes distribuídas como o sistema de telefonia e a Internet.
- 2 tipos: **comutação por circuitos** e **comutação por pacotes**.

# Comutação por Circuito

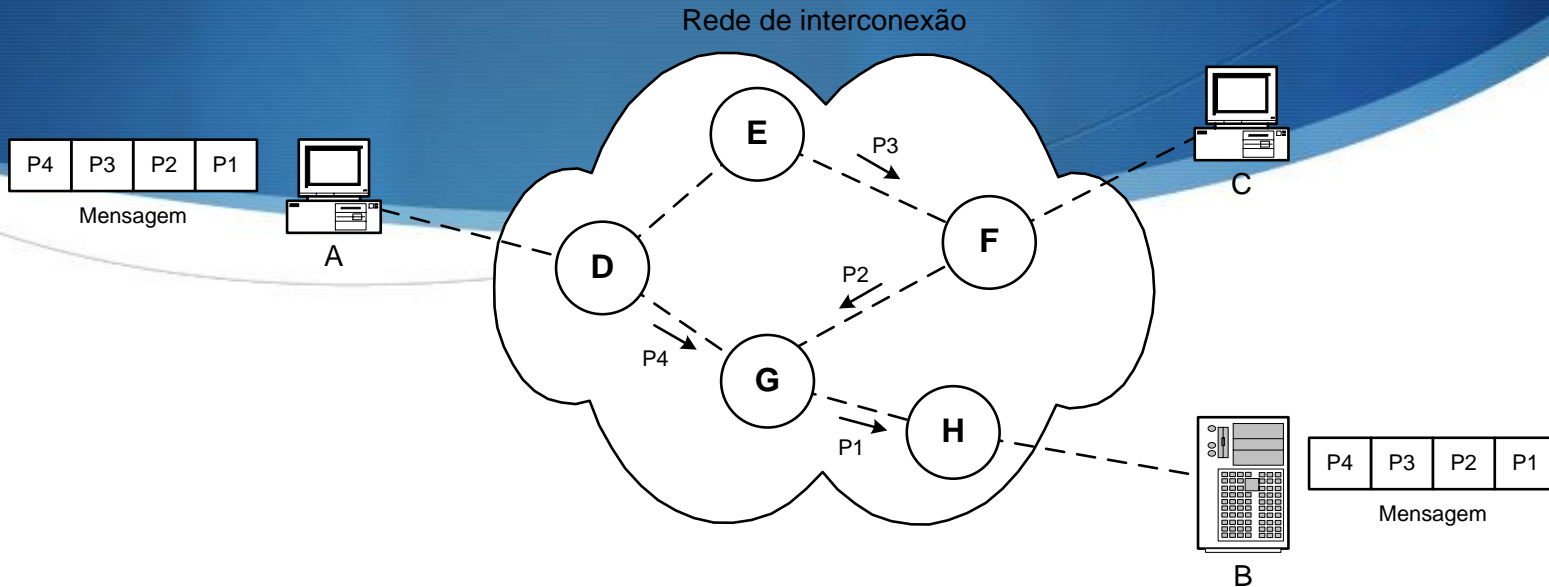


- É estabelecido um caminho interligando a origem ao destino.
  - Este caminho é chamado de circuito.
- O circuito é criado antes do início do envio da mensagem e permanece dedicado até o final da transmissão.
  - Ex: Ligação telefônica
- O circuito permanecerá alocado enquanto a ligação não for encerrada por uma das partes.

# Comutação por Circuito



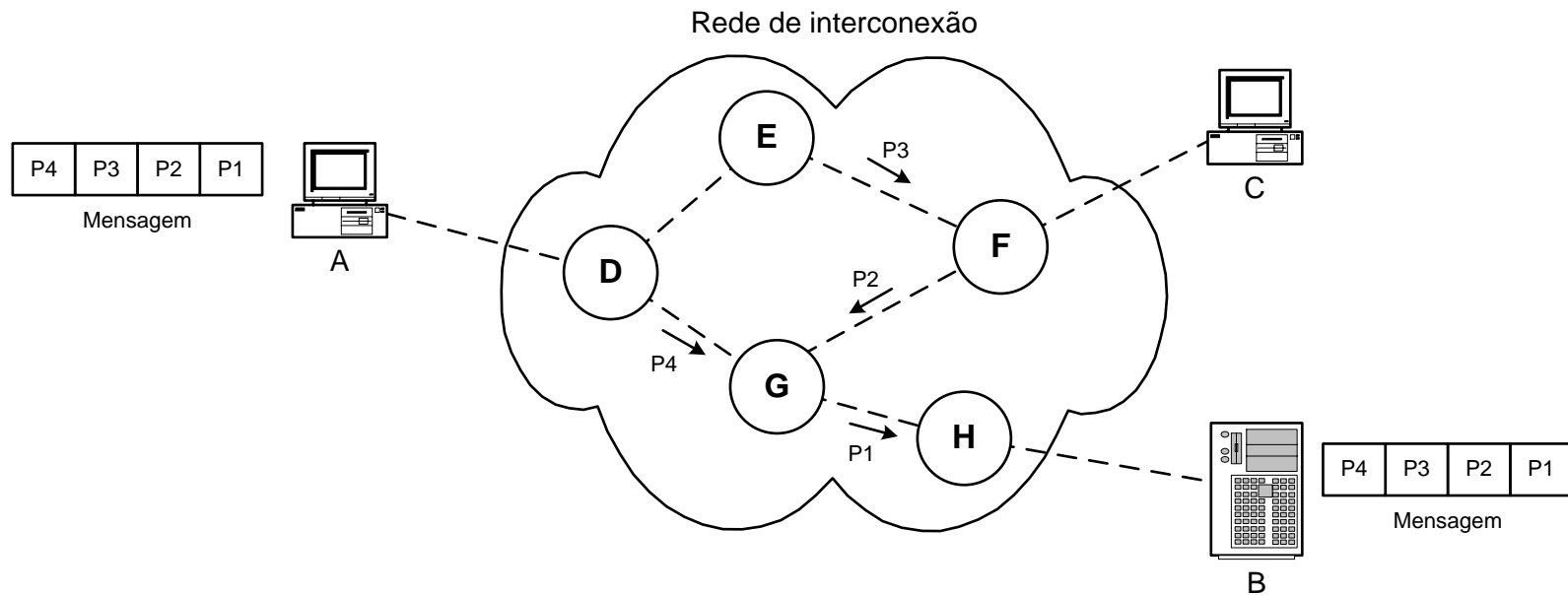
# Comutação por Pacote



- ❖ Não existe um circuito dedicado ligando a origem ao destino para a transmissão da mensagem.
- ❖ Inicialmente, as mensagens são divididas em pedaços menores, chamados pacotes.
- ❖ Cada pacote recebe o endereço do dispositivo de destino (end. IP, por exemplo).
- ❖ Os pacotes são encaminhados pelos dispositivos intermediários (nós), também chamados de roteadores, de forma independente, até chegarem ao destino.
- ❖ O processo de encaminhar pacotes – de decidir qual rota usar – é chamado **roteamento**.
- ❖ O canal não fica dedicado exclusivamente o tempo todo.



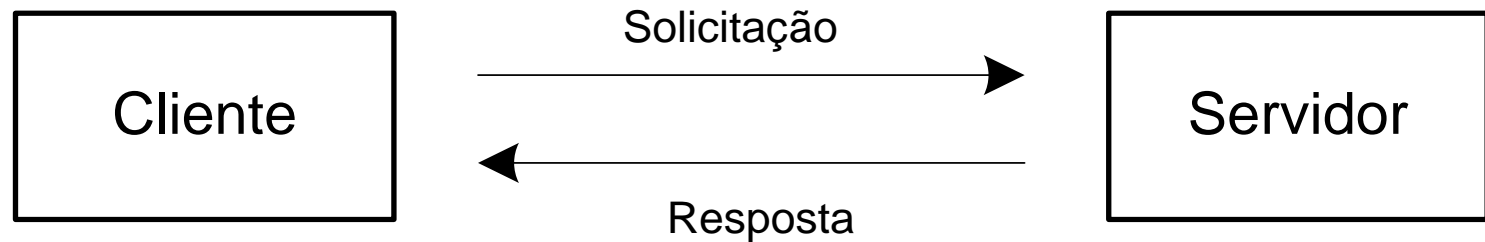
# Comutação por Pacote



# Modelo Cliente-Servidor



# Modelo Cliente-Servidor



## Cliente

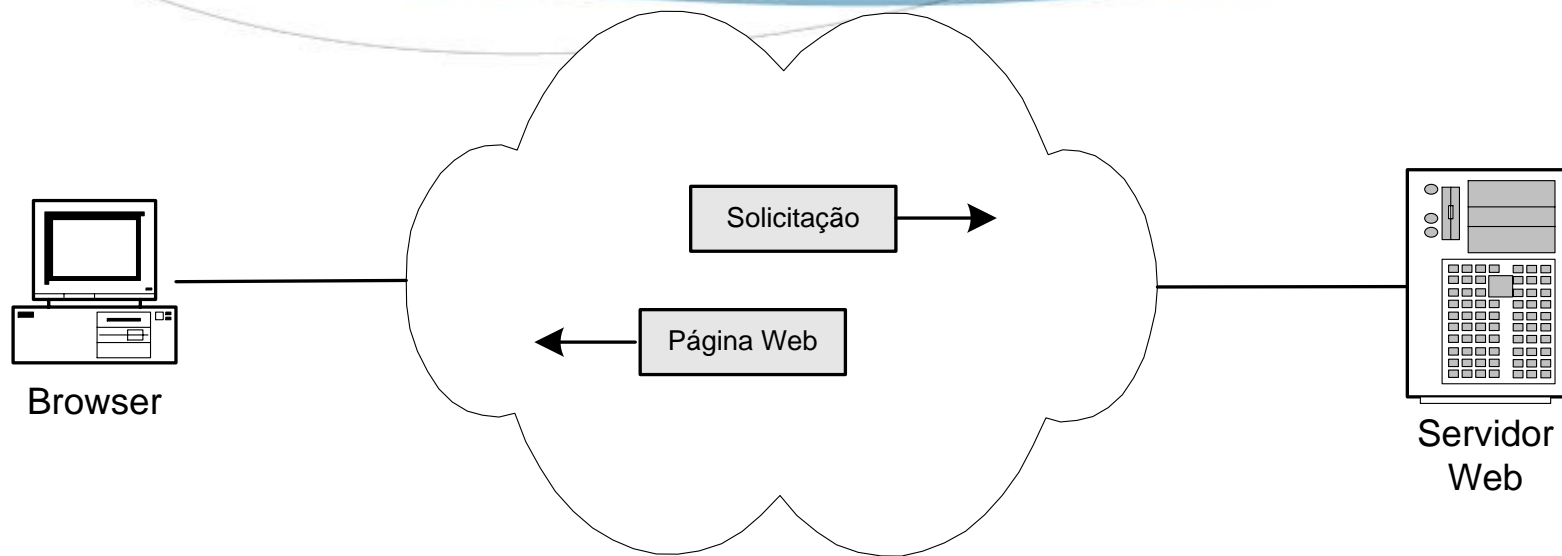
- É o dispositivo que solicita o serviço.



## Servidor

- É o dispositivo que recebe, processa e responde às solicitações dos clientes.
- Um servidor pode ser responsável por um ou mais serviços.
- As máquinas servidoras precisam ser mais robustas em termos de hardware e software.
- Precisam oferecer requisitos mínimos de disponibilidade e desempenho → Custo maiores

# Cliente-Servidor



- ◆ A Internet é um bom exemplo de rede cliente-servidor.
  - ◆ Diversos serviços são oferecidos por dispositivos especializados (servidores de e-mail, de página web etc).
- ◆ Exemplo: Página Web
  - ◆ Servidores: Apache, MS IIS
  - ◆ Clientes: Browsers (navegadores), tais como: Firefox, Chrome, Explorer etc.

# Cliente-Servidor

- ◆ Em redes cliente-servidor, caso um servidor tenha problemas, os clientes não terão acesso aos serviços oferecidos por este servidor.
  - ◆ Para evitar problemas de disponibilidade, os serviços podem ser oferecidos por vários servidores: esquema de redundância.
  - ◆ Esta facilidade de agregar servidores garante ao modelo escalabilidade e desempenho.
  - ◆ Este esquema de agregação de servidores é chamado de *cluster*.

# Modelo Peer-to-Peer (P2P)

- ◆ Neste modelo, os serviços são oferecidos por qualquer dispositivo da rede de maneira igual
  - ◆ Não existe a figura do servidor especializado
- ◆ Outras características:
  - ◆ As redes P2P são simples de instalar
  - ◆ Baixo custo
  - ◆ Enorme escalabilidade e disponibilidade
  - ◆ Baixo desempenho
  - ◆ Administração descentralizada (gerenciamento mais difícil)
- ◆ Uso atual: compartilhamento de vídeos e de música

# Serviços Oferecidos pelas Redes

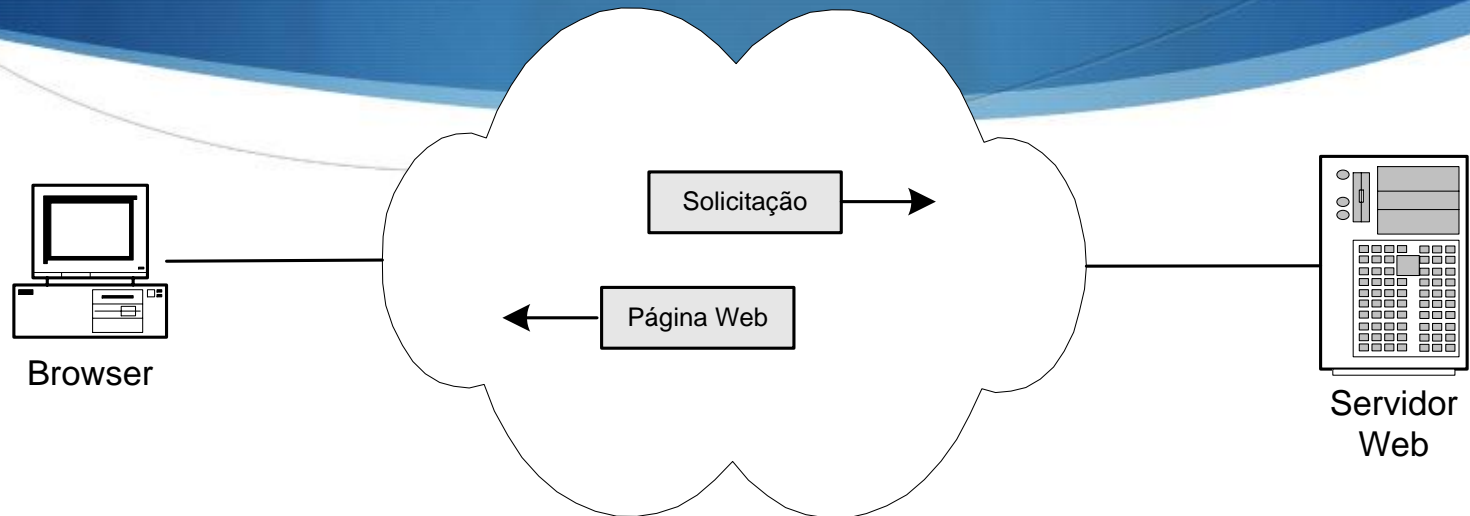


# Serviços Oferecidos pelas Redes

- ◆ Os principais serviços oferecidos pelas RC são a troca de informações e o compartilhamento de recursos de hardware e software.
- ◆ A maioria dos serviços usa o paradigma cliente-servidor.
- ◆ Vamos descrever alguns destes serviços.
- ◆ Os protocolos usados para a implementação dos serviços serão apresentados na disciplina Redes de Computadores.



# Serviço web



- ◆ É um conjunto de documentos ou páginas que contém textos, imagens, áudio ou vídeo, inter-relacionados.
- ◆ As páginas são interconectadas através de links: Hipertexto.
- ◆ Principal protocolo: HTTP.
- ◆ Software Cliente: Navegadores
- ◆ Software Servidor: Apache, IIS

# Correio Eletrônico

- ◆ O e-mail permite que uma mensagem seja enviada e recebida rapidamente em qualquer localidade a um custo muito baixo.
- ◆ Atualmente a mensagem pode conter conteúdo multimídia.
- ◆ Protocolos: SMTP, POP, MIM, IMAP.

# Transferência de Arquivos

- ◆ Permite que um ou mais arquivos sejam copiados pela rede.
- ◆ O processo de transferir arquivos do servidor para o cliente é chamado de **DOWNLOAD**.
- ◆ O processo inverso de **UPLOAD**.
- ◆ Protocolo: FTP.

# Terminal Remoto

- ◆ Permite que um usuário conectado a um sistema tenha acesso a outro sistema utilizando a rede.
- ◆ Protocolo: Telnet
- ◆ De um modo geral, os utilitários que permitem implementar o serviço de terminal são chamados **emuladores de terminal**. Ex: **PUTTY**.
- ◆ Os emuladores mais sofisticados permitem o acesso ao sistema remoto utilizando uma interface gráfica como se estivesse conectado localmente ao sistema.

# Gerência Remota

- ◆ Permite que o administrador da rede possa consultar informações de um dispositivo de rede, alterar sua configuração remotamente e corrigir possíveis problemas.
- ◆ Permite ainda analisar o desempenho da rede.
- ◆ Protocolo: SNMP.
- ◆ Existem vários softwares que automatizam e simplificam o gerenciamento: HP Open View, IBM Tivoli NetView, Orion

# Serviços de áudio e videoconferência

- ◆ Envolvem aplicações como telefonia, conferência, rádio, TV, educação a distância, telemedicina etc.
- ◆ Protocolos: H..323, SIP, RTP, RTCP e RTSP.

# Serviços de Nomes

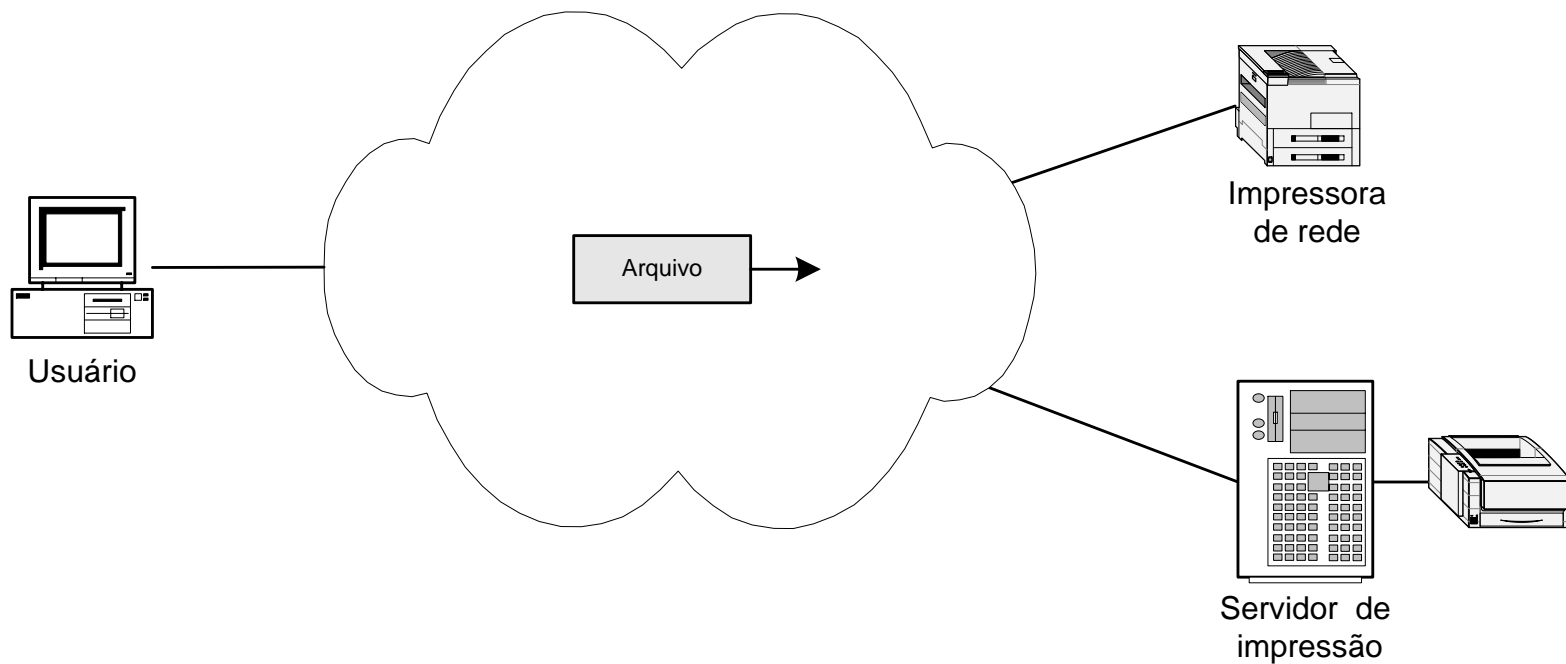
- ◆ Cada dispositivo em uma rede possui, geralmente, um nome e um número que o identificam unicamente.
- ◆ Internamente, a rede lida apenas com números.
- ◆ Por outro lado, os usuários preferem utilizar os nomes.
- ◆ O serviço de nomes permite traduzir nomes de dispositivos para seus respectivos números (endereços) e vice-versa.
- ◆ Protocolo: DNS (Domain Name Server)

# Serviços de Arquivos e Impressão

- ◆ Permite que um usuário tenha acesso a arquivos e diretórios que estão fisicamente armazenados em computadores conectados à rede.
- ◆ O serviço de impressão permite que um usuário possa utilizar impressoras remotas, conectadas a outros computadores ou diretamente à rede.



# Serviço de Impressão



# Comércio Eletrônico

- ◆ Permite que uma infinidade de negócios seja realizada através da rede, especialmente pela Internet.
- ◆ Diversas formas:
  - ◆ B2B: Business to Business
    - ◆ Entre as próprias empresas
  - ◆ B2C: Business to Consumer
    - ◆ Empresas e consumidores
- ◆ O comércio eletrônico permite a comercialização de bens e serviços.

# Histórico



# Histórico

- ◆ A história das RC está relacionada à evolução nas áreas:
  - ◆ Sistemas Computacionais
  - ◆ Telecomunicações

# Histórico

- ◆ Sistemas Computacionais
  - ◆ Computadores mais acessíveis
  - ◆ Menores
  - ◆ Mais rápidos
  - ◆ Mais confiáveis
  - ◆ De fácil interação

# Histórico

## ◆ Telecomunicações

- ◆ Maior cobertura geográfica
- ◆ Redução do custo das conexões
- ◆ Aumento das taxas de transmissão
- ◆ Redução das taxas de erro
- ◆ Diferentes possibilidades de conexão

# Histórico

- ◆ Décadas de 1950 e 1960

- ◆ IBM e Força Aérea dos EUA

- ◆ Projeto SAGE (Semi-Automatic Ground Environment)

- ◆ Primeiro MODEM (1958)

- ◆ IBM e American Airline

- ◆ Sistema SABRE (Semi-Automatic Business Related Environment)

- ◆ Ainda em operação

- ◆ Década de 1960

- ◆ Primeiros sistemas multiprogramáveis

- ◆ Sistema MULTICS, que se tornou UNIX



# Histórico

- ◆ Décadas de 1950 e 1960

- ◆ Criação da ARPA (Advanced Research Projects Agency (1957)

- ◆ Para fazer frente à União Soviética (guerra fria)

- ◆ Criação da ARPANET (1966/67): Comutação por Pacote

- ◆ ARPANET

- ◆ Computadores (hosts)

- ◆ Linhas telefônicas de 56Kbps

- ◆ IMP (Interface Message Processor) – nossos roteadores

- ◆ Em 1969 foi instalado o primeiro IMP (UCLA), Instituto de Pesquisa em Stanford (SRI), Univ. da California em Santa Bárbara, e Universidade de Utah: **Eis o embrião da Internet.**

# Histórico

- ◆ Décadas de 1950 e 1960

- ◆ No Brasil

- ◆ 1965: Criação da Embratel (estatal)
    - ◆ Foi privatizada em 1998

- ◆ Década de 1970

- ◆ Surgiram diversas iniciativas com base no conceito de redes de pacotes.
    - ◆ SNA (System Network Architecture) da IBM
    - ◆ DECnet da Digital
    - ◆ XNS (Xerox Network Services) da Xerox

# Histórico

## ◆ Década de 1970

- ◆ Padrões abertos como CCITT X.25 para redes públicas de pacotes (1976)
- ◆ Diversas redes foram implantadas no padrão X.25:
  - ◆ Telenet (EUA)
  - ◆ Datapac (Canadá)
  - ◆ Transpac (França)
  - ◆ PSS (Inglaterra)
  - ◆ RENPAC (Brasil)
- ◆ Com a adoção do TCP/IP como padrão de redes, essas e outras iniciativas perderam importância ou desapareceram.

# Histórico

## ◆ Década de 1970

- ◆ 1972 – Primeiro software de correio eletrônico
- ◆ 1974 – TCP
- ◆ Posteriormente, TCP + IP
- ◆ 1971 – Havaí – ALOHANET
- ◆ 1973 – Ethernet – Robert Metcalfe
- ◆ 1979 – Embratel implanta os primeiros circuitos (4800 bps)

# Histórico

- ◆ Década de 1980
  - ◆ A ARPANET cresceu de forma explosiva
    - ◆ De 200 para 160 mil hosts
    - ◆ Popularização dos PCs
    - ◆ Padronização do Ethernet (1983)
    - ◆ 1983: TCP/IP foi introduzido no BSD
- ◆ Em 1984: a ISO apresentou o modelo OSI-RM (Open System Interconnection – Reference Model)
- ◆ 1984: Surgimento da CISCO

# Histórico

## ◆ Década de 1980

- ◆ No Brasil, em 1984, a EMBRATEL lançou o serviço RENPAC, baseado no X.25
- ◆ Em 1988, foi feita a primeira conexão da comunidade acadêmica com a BITNET, utilizando um circuito de 9600 bps entre o LNCC (Laboratório Nacional de Computação Científica) no RJ e a Universidade de Maryland nos EUA.

# Histórico

## ◆ Década de 1990

- ◆ A maioria dos fabricantes de computadores e de SO já oferecia o TCP/IP como protocolo de rede.
- ◆ Nesta década: de 160 mil para mais de 56 milhões de hosts
- ◆ Em 1996 é fundado nos EUA o consórcio Internet 2, formado pela comunidade científica e iniciativa privada com o objetivo de desenvolver e implementar novas tecnologias para a Internet.
- ◆ Em 1992, no CERN, Tim Bernes-Lee inventa o serviço Web.
- ◆ Em 1993, Marc Andreessen desenvolve o browser Mosaic.
- ◆ Em 1995, foi instituído o CGI, no Brasil.



# Histórico

## ◆ Década de 1990

- ◆ No Brasil, em 1991, é feito o primeiro acesso acadêmico à Internet, conectando a FAPESP e a NSFNET, utilizando um circuito de 4800 bps.
- ◆ Em 1992, é criada a Rede Rio
- ◆ Em 1993, a RNP criou uma rede interligando onze capitais, permitindo o acesso de diversas instituições à Internet.

# Histórico

## ◆ Década de 2000

- ◆ Em 2007, quase 443 milhões de hosts
- ◆ No Brasil, em 2000, foi lançada a RNP2, com maior capacidade de transmissão, e em 2001 a rede RNP passa a trocar dados com a Internet2, com um circuito de 45Mbps.