



# SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Professor: Raimundo Viégas Junior

[rviegas@ufpa.br](mailto:rviegas@ufpa.br)

Créditos: Prof. Josivaldo Araújo

[josivaldo@ufpa.br](mailto:josivaldo@ufpa.br)

Instituto de Ciências Exatas e Naturais  
Faculdade de Computação  
Bacharelado em Sistemas de Informação



# Conteúdo Programático:

## UNIDADE I: INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

- 1.1. Definição e principais características de sistemas distribuídos;
- 1.2. Motivação para o desenvolvimento de aplicações distribuídas;
- 1.3. Exemplos de Sistemas Distribuídos;
- 1.4. Compartilhamento de Recursos e a Web.
- 1.5. Desafios na Implementação de Sistemas Distribuídos

## UNIDADE II: METAS DE PROJETO E MODELOS DE SISTEMAS

- 2.1. Modelos de Arquitetura de Sistemas Distribuídos;
- 2.2. Modelos Fundamentais;

## UNIDADE III: COMUNICAÇÃO E SINCRONIZAÇÃO ENTRE PROCESSOS

- 3.1. Primitivas de Comunicação;
- 3.2. Comunicação e Sincronização;
- 3.3. Comunicação Cliente-Servidor;
- 3.4. Comunicação em Grupo.
- 3.5. Relógios, eventos e estados de Processos;
- 3.6. Sincronização de Relógios Físicos;
- 3.7. Tempo Lógico e Relógios Lógicos;



# Conteúdo Programático:

## UNIDADE IV: OBJETOS DISTRIBUÍDOS E INVOCAÇÃO REMOTA

- 4.1. Comunicação entre objetos distribuídos;
- 4.2. Eventos e Notificações;
- 4.3. RPC;
- 4.4. JAVA RMI;
- 4.5. CORBA;

## UNIDADE V: SISTEMAS DE ARQUIVOS DISTRIBUÍDOS

- 5.1. Arquitetura do Serviço de Nomes
- 5.2. Serviços de Nomes e DNS;
- 5.3. Serviços de Diretórios;

## UNIDADE VI: SISTEMAS OPERACIONAIS DISTRIBUÍDOS

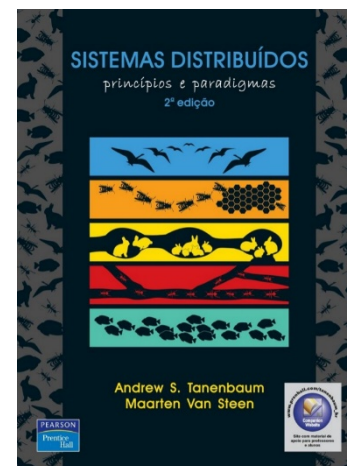
- 6.1. A Camada do Sistema Operacional;
- 6.2. Processos e Threads;
- 6.3. Arquitetura de Sistemas Operacionais;

# Referências Bibliográficas Básicas



- COULOURIS, George; DOLLIMORE, Jean; KINDBERG, Tim; BLAIR, Gordon. **Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projetos**. 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2013.

- TANEMBAUN, A. and STEEN, M. **Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas**. 2ª Edição. Prentice Hall, 2007



# Referências Bibliográficas Complementar

---

- RIBEIRO, U. **Sistemas Distribuídos - Desenvolvendo Aplicações de Alta Performance no Linux**. Rio de Janeiro: Editora Axcel Books, 2005.
- TANEMBAUN, A. **Sistemas Operacionais Modernos**. Prentice Hall, 2010.
- FOROUZAN, B. A., **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- ALBUQUERQUE, F. **TCP/IP: Programação de Sistemas Distribuídos HTML, JAVASCRIPT e JAVA**. Editora Axcel, 2001.

## UNIDADE 01:

# Introdução aos Sistemas Distribuídos





# Motivação:

O compartilhamento de recursos é a principal motivação para a construção de sistemas distribuídos.

Abrange desde componentes de hardware, até entidades definidas pelo software como arquivos, banco de dados e objetos de dados de todos os tipos.

Fluxo de vídeo (câmera de vídeo) ou conexão de áudio (chamada de telefone móvel)



# Definição e Características dos Sistemas Distribuídos:

- **Definição:**

- Um sistema distribuído é um conjunto de componentes de hardware e software conectados em rede, que se comunicam e coordenam suas ações para realizar uma tarefa em comum.
- Em vez de depender de um único computador central, os sistemas distribuídos distribuem a carga de processamento entre vários nós da rede.





# Definição e Características dos Sistemas Distribuídos:

## •Características:

- **Concorrência:** Múltiplos processos em execução simultânea, podendo compartilhar recursos.
- **Transparência:** Os usuários podem perceber o sistema como um todo integrado, mesmo que ele seja composto por múltiplos componentes distribuídos.
- **Escalabilidade:** Capacidade de adicionar novos recursos ou nós à rede para lidar com um aumento na demanda.
- **Tolerância a Falhas:** Capacidade de continuar operando mesmo se um ou mais componentes falharem.
- **Heterogeneidade:** Os componentes do sistema podem ser de diferentes tipos e plataformas, mas ainda podem se comunicar e cooperar entre si.



# Desafios e Vantagens dos Sistemas Distribuídos:

## •Desafios:

- **Comunicação:** Gerenciar a comunicação eficiente e confiável entre os nós distribuídos.
- **Coordenação:** Garantir que os diferentes componentes do sistema coordenem suas ações de forma consistente.
- **Consistência:** Manter a consistência dos dados e do estado do sistema em face de operações concorrentes.
- **Segurança:** Proteger os dados e as comunicações contra ameaças como acesso não autorizado e interceptação.
- **Escalabilidade:** Lidar com o aumento na demanda sem comprometer o desempenho ou a disponibilidade.



# Desafios e Vantagens dos Sistemas Distribuídos:

## •Vantagens:

- **Desempenho Aprimorado:** Distribuir a carga de processamento entre vários nós pode levar a um desempenho mais rápido e eficiente.
- **Disponibilidade:** A redundância e a tolerância a falhas dos sistemas distribuídos garantem que eles permaneçam operacionais mesmo em caso de falha de componentes individuais.
- **Flexibilidade:** Os sistemas distribuídos podem ser facilmente expandidos e modificados para atender às necessidades em constante mudança.
- **Custo-Efetividade:** Distribuir recursos de forma eficiente pode reduzir os custos operacionais e de infraestrutura.



## **História e Evolução dos Sistemas Distribuídos:**

- Os sistemas distribuídos têm suas raízes na década de 1960, com projetos pioneiros como o sistema operacional MULTICS, que introduziu conceitos como tempo compartilhado e acesso remoto a recursos computacionais.
- No final da década de 1970 e início da década de 1980, o desenvolvimento de redes de computadores e protocolos de comunicação como o TCP/IP impulsionou o crescimento dos sistemas distribuídos.

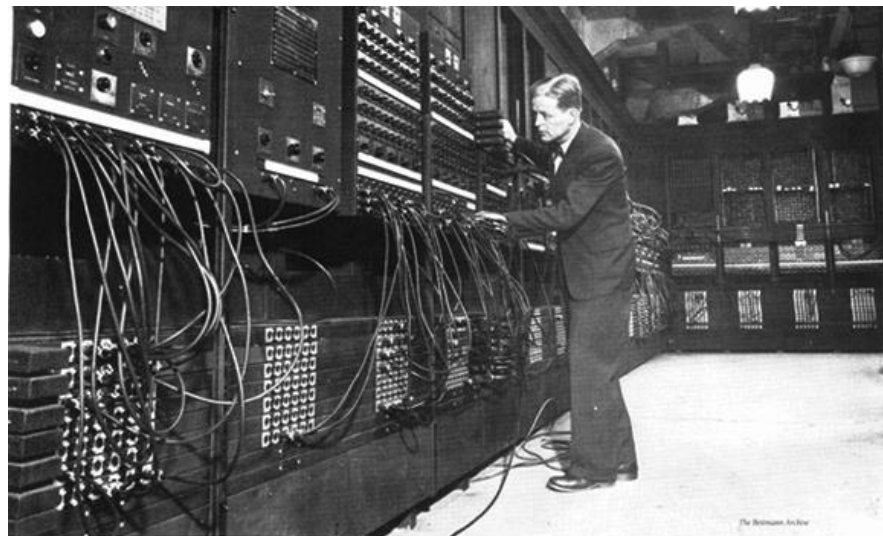


## **História e Evolução dos Sistemas Distribuídos:**

- Na década de 1990, a ascensão da Internet e o surgimento de tecnologias como a World Wide Web levaram a um aumento significativo na demanda por sistemas distribuídos para suportar serviços online e colaborativos.
- Desde então, os sistemas distribuídos continuaram a evoluir com o avanço da tecnologia, incluindo o surgimento da computação em nuvem, sistemas distribuídos peer-to-peer, redes sociais e sistemas de processamento distribuído de grande escala.

# Histórico:

Na década de 50: Máquinas Grandes e complexas. Operadas por pessoas altamente especializadas. Não havia nenhuma forma de interação direta entre o usuário e máquina.



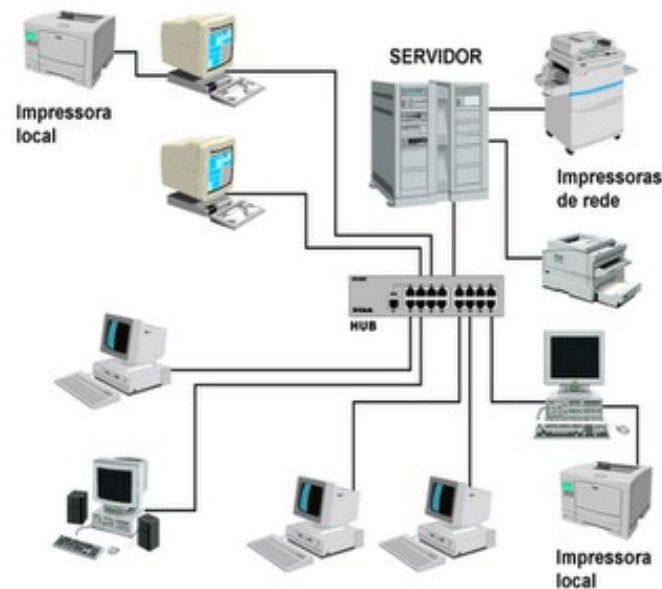
Na década de 60: Surgiram os primeiros minicomputadores que possuíam apenas 8 Kbytes de memória RAM e utilizavam fitas magnéticas para armazenamento dos dados. Em 1969 surgiu ARPANet, 56 Kbits/s. Protocolo NCP.

# Histórico:



Na década de 70: Comunicações aumentaram nos EUA devido aos padrões TCP/IP do Departamento de Defesa. Comunicação em redes locais (LANs) ficou prática e econômica com o padrão Ethernet.

Na década de 80: É considerada a década do computador pessoal e da estação de trabalho. A consolidação do compartilhamento de recursos.

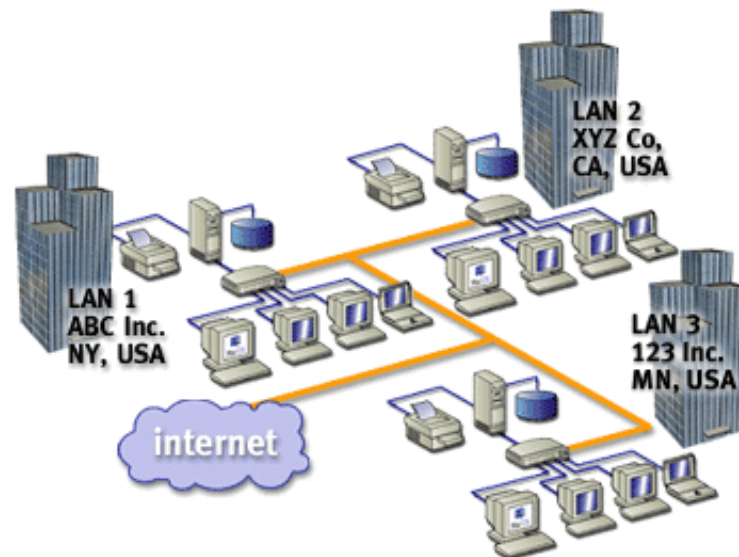




# Histórico:

Na década de 90: Popularização da computação distribuída, com a criação da WWW.

Evolução da tecnologia de rede (repetidor, ponte, roteador, gateway).

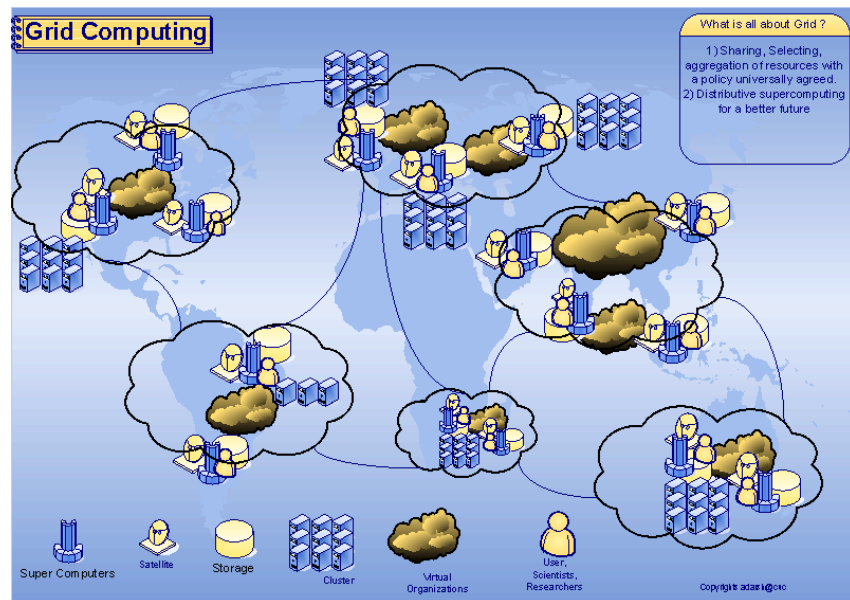


Anos 1993 - 1994: Convergência de três grandes áreas:

Microprocessadores + Redes de alta velocidade + Computação distribuída.

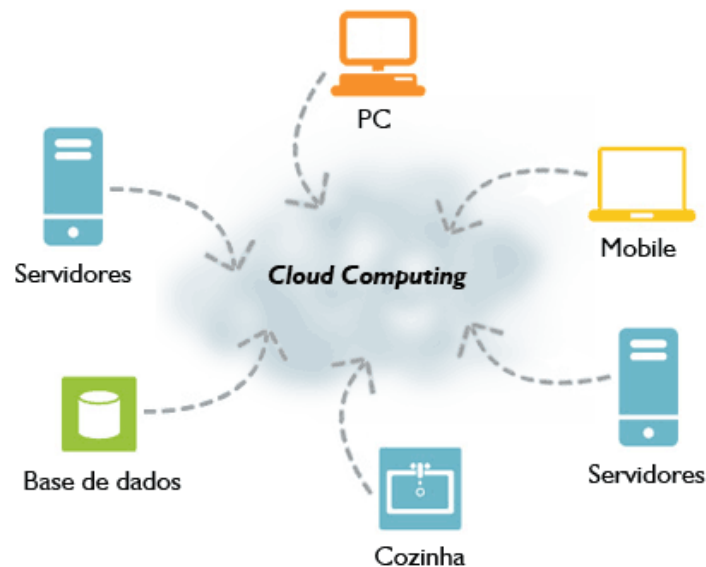


# Histórico:



**Ano 2004:** Utiliza o tempo ocioso de computadores pessoais para realizar projeções e cálculos, dividindo assim o trabalho em milhares de computadores espalhados pelo mundo.

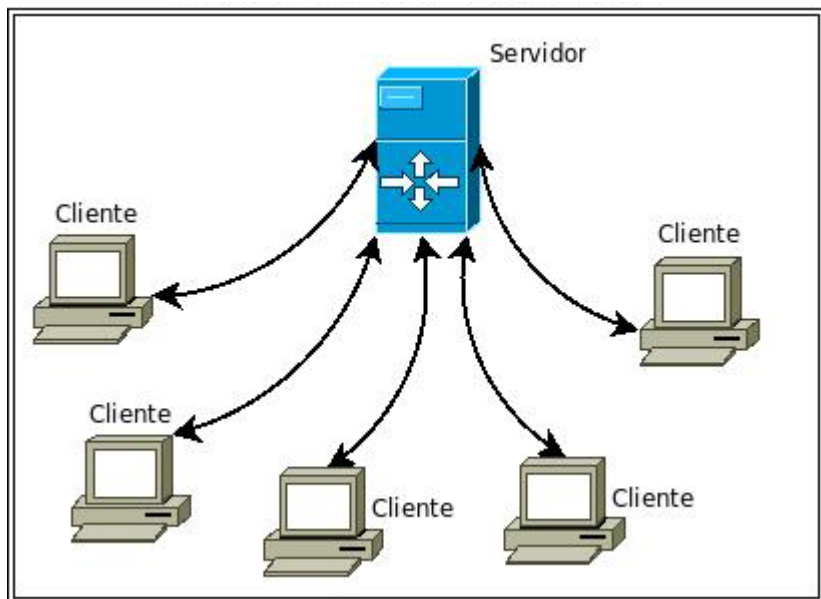
**Ano 2006:** Refere-se à utilização da memória e das capacidades de armazenamento e cálculo de computadores e servidores, não havendo a necessidade de instalação de programas.



# Histórico: Redes

□ Década de 60 ao início dos anos 80.

Mainframe + Terminais (Burros)

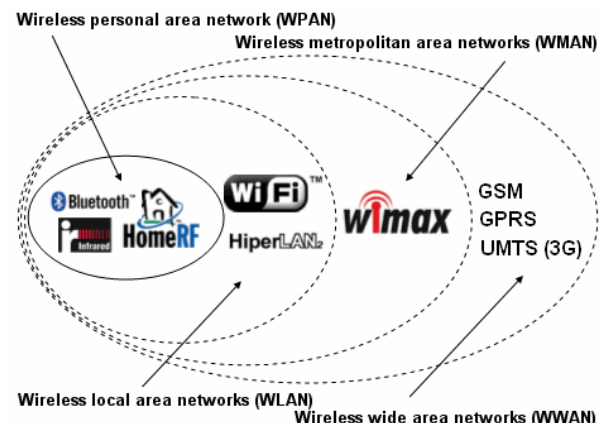
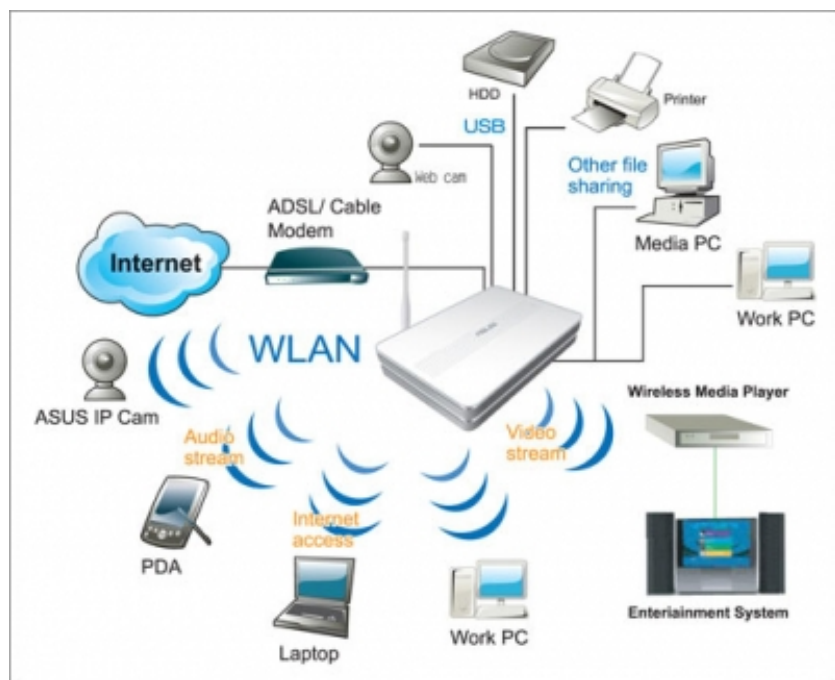


- ✓ Processadores fortemente acoplados com memória comum;
- ✓ Processamento centralizado;
- ✓ Clientes não possuíam autonomia de armazenamento e processamento;
- ✓ Comunicação exclusivamente por cabos.

# Histórico: Redes

❑ Final dos anos 80 aos dias atuais.

## Redes com Micros Interligados



- ✓ Distribuição dos dados e processos entre vários computadores;
- ✓ Processamento e armazenamento local;
- ✓ Não compartilhamento da memória;
- ✓ Comunicação com e sem cabos;
- ✓ Compartilhamento de recursos.



# Histórico: Redes

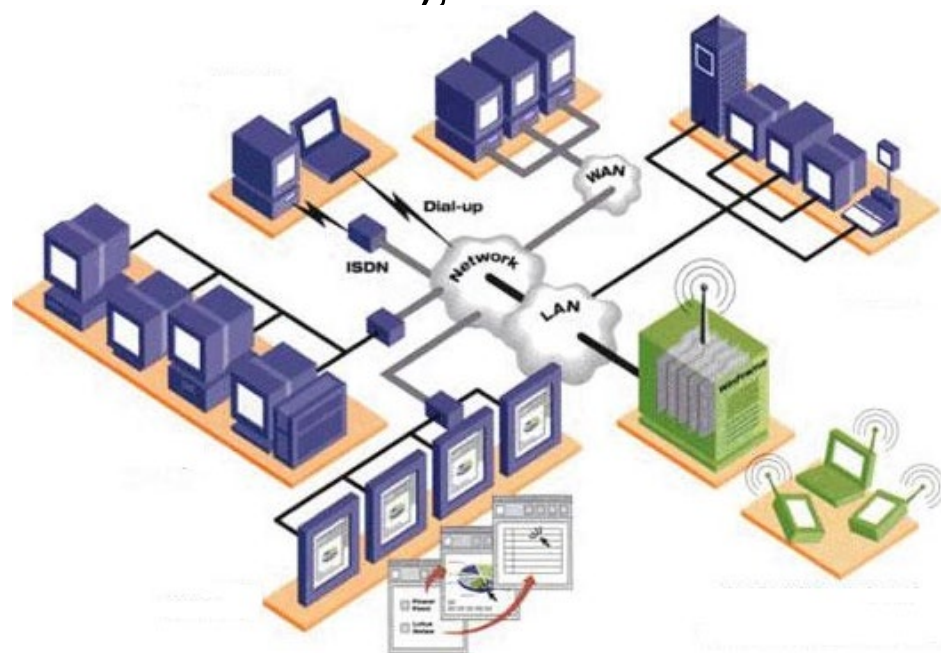
## ❑ Vantagens das Redes com Micros Interligados.

- ✓ Economia: Melhor relação custo/benefício quando comparados aos *mainframes*;
- ✓ Desempenho: Poder de processamento similar aos supercomputadores;
- ✓ Confiabilidade: Se uma máquina parar, o sistema como um todo ainda estará disponível;
- ✓ Crescimento Incremental: O poder computacional pode crescer conforme a necessidade;
- ✓ Transparência: O sistema é programado de forma distribuída, ou seja, a rede aparenta ser uma única máquina.

# Histórico: Redes

## ❑ Desvantagens.

- ✓ Um número maior de recursos para gerenciar e proteger dos ataques (maior complexidade de software);
- ✓ Ausência de um relógio global;
- ✓ Não compartilhamento de memória;
- ✓ Comunicação remota (mais lenta que a local);



# Serviços Oferecidos

- ✓ São a troca de informações e o compartilhamento de recursos de hardware e software.



**Serviço Web**



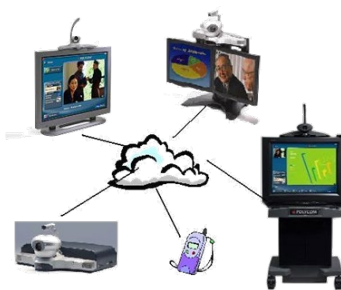
**Correio Eletrônico**



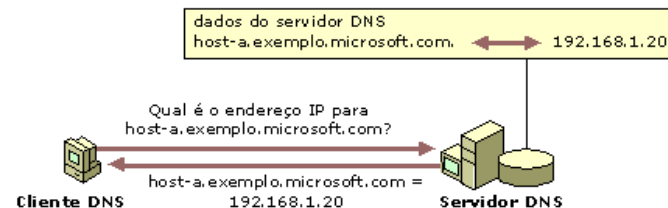
**Transferência de Arquivos**



**Acesso Remoto**



**Serviço de áudio e videoconferência**

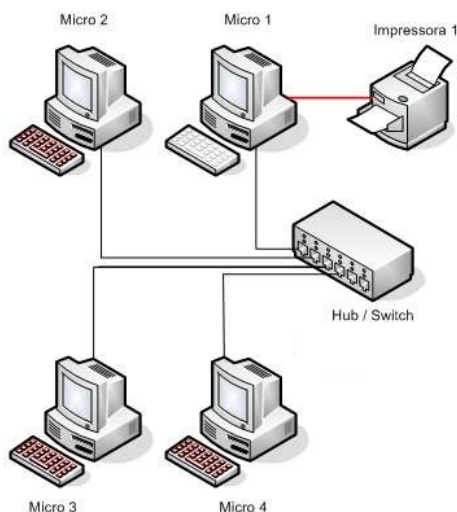


**Serviço de nomes**



# Serviços Oferecidos

- ✓ São a troca de informações e o compartilhamento de recursos de hardware e software.



**Serviço de Impressão**



**Serviço de Arquivo**

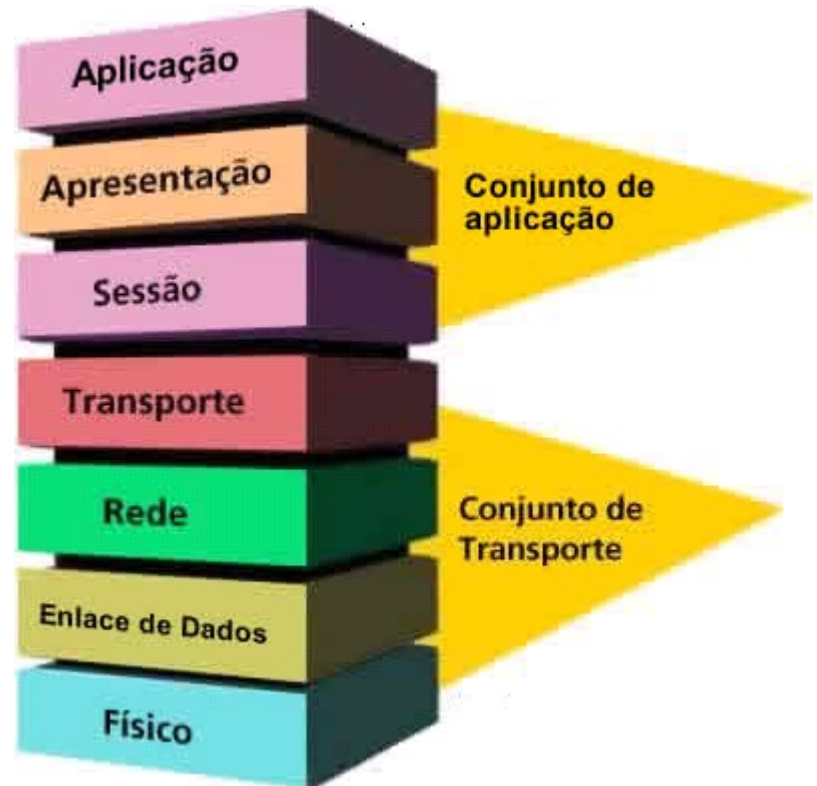


**Comércio Eletrônico**

# Sistemas Distribuídos



Modelo OSI



Modelo Resumido em SD



# O que é um Sistema Distribuído ?

## Definição

*“Sistema distribuído é aquele que é executado em um conjunto de máquinas sem memória compartilhada, máquinas estas que mesmo assim aparecem como um único computador afim de prover compartilhamento de recursos para seus usuários”.*

[Tanembaun]

*“Um conjunto de computadores com capacidade de processamento autônomo, interconectados por uma rede de comunicação; aparenta ser um sistema operacional centralizado, mas na realidade o SO executa em UCP’S (Unidade Central de Processamento – CPU) múltiplas instruções.”*

[Van Renesse]



# O que é um Sistema Distribuído ?

*Sistema Distribuído é um conjunto de componentes de hardware (nós, hosts, máquinas ou computadores) e software, interligados através de uma infra-estrutura de comunicação (geralmente uma rede de computadores) que cooperam e se coordenam entre si através de troca de mensagens para execução de aplicações distribuídas (pelos diferentes computadores).*

[Coulouris]



# O que é um Sistema Distribuído ?

*“Sistema distribuído é um conjunto de máquinas interconectadas por uma rede de comunicação, onde cada máquina possui capacidade de processamento autônomo. Essas máquinas, apesar de executarem como um sistema único para o usuário final, não compartilham memória. O sistema distribuído tem o objetivo de prover compartilhamento de recursos e executar aplicações distribuídas através da troca de mensagens entre os componentes de hardware e software.”*

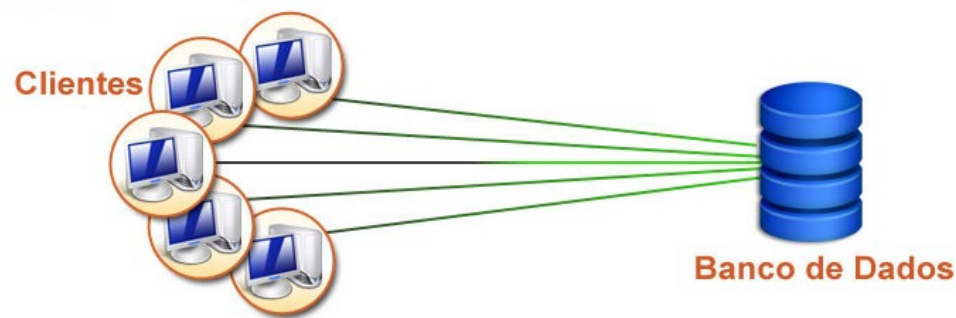
[IA- ChatGPT]

# Principais Características de SD

- **Compartilhamento de Recursos** – Elementos compartilháveis por conveniência de uso e redução de custo.
  - **Recursos Gerenciáveis:** Cada tipo de recurso requer políticas de gerenciamento próprias:
    - ✓ **Compartilhamento de Hardware:** Discos, impressoras, processadores, etc.
    - ✓ **Compartilhamento de Software:** arquivos, compiladores, base de dados distribuídos utilizados por diferentes usuários, etc.

# Principais Características de SD

- **Serviço:** *“É utilizado para designar uma parte distinta de um sistema de computador que gerencia um conjunto de recursos relacionados e apresenta sua funcionalidade para usuários e aplicações.”* [Coulouris]



Serviço de Sistema de Arquivos

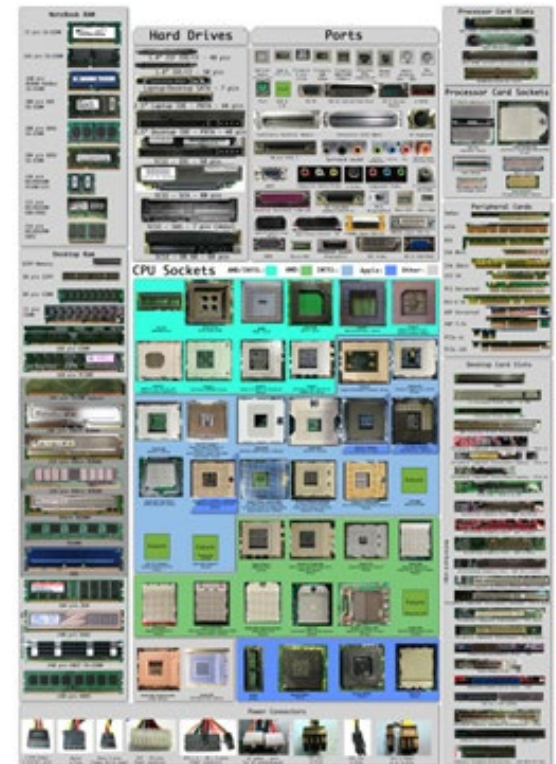
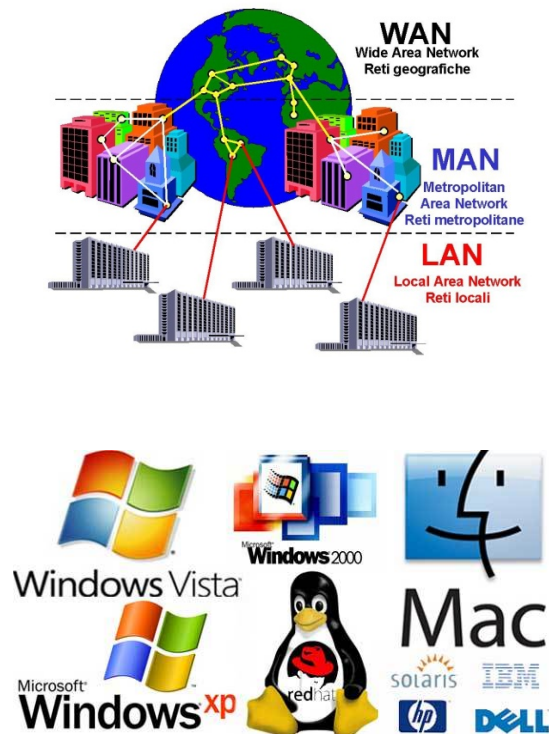


Serviço de Impressão

Os termos **CLIENTE** e **SERVIDOR** se referem a processos e não aos computadores !!

# Principais Características de SD

- **Heterogeneidade** – Permite aos usuários utilizarem uma variedade de computadores e redes. Se aplica em aspectos como:

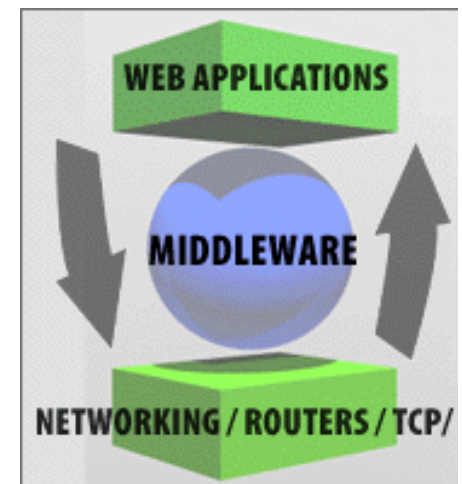


# Principais Características de SD

- Necessidade de Mascarar as diferenças: Estabelecimento de Padrões.

- *Middleware:*

- ✓ Camada que fornece uma abstração de programação;
- ✓ Ajuda a fornecer portabilidade, transparência e interoperabilidade em SD;
- ✓ Fornece interfaces de programação padronizadas para habilitar a comunicação interprocessos entre computadores remotos.





# *Definição de Middleware (IA)*

- *Software que atua como uma camada intermediária entre diferentes sistemas ou componentes de um sistema distribuído.*
- *Facilita a comunicação, a integração e a interação entre esses sistemas ou componentes, permitindo que eles troquem dados e informações de forma eficiente e transparente.*
- *Fornece uma série de serviços e funcionalidades, como gerenciamento de comunicação, segurança, transações distribuídas, escalabilidade, tolerância a falhas e gerenciamento de recursos.*





# *Definição de Middleware (IA)*

- *Abstrai a complexidade das operações de baixo nível relacionadas à comunicação e à coordenação entre os sistemas, permitindo que os desenvolvedores se concentrem mais na lógica de negócios de suas aplicações.*
- *Pode ser utilizado para integrar sistemas legados, sistemas heterogêneos e aplicações desenvolvidas em diferentes tecnologias, possibilitando a interoperabilidade e a reutilização de recursos existentes.*
- *Ele desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas distribuídos e na construção de arquiteturas de software flexíveis, escaláveis e robustas.*

# Principais Características de SD

## ■ Comunicação em Sistemas Distribuídos:

- ✓ RPC: *Remote Procedure Call*;
- ✓ CORBA: *Common Object Request Broker*;
- ✓ Java RMI: *Remote Method Invocation*;
- ✓ DCOM: *Distributed Component Object Model*;

# Principais Características de SD

- **Estendibilidade (*Openness*)** – Sistema aberto que permite a adição de novos serviços. Os sistemas distribuídos abertos devem fornecer:
  - Exemplo de **Extensões de Hardware**:
    - ✓ Adição de novos periféricos;
    - ✓ Memória;
    - ✓ Interface de Comunicação;
  - Exemplo de **Extensões de Software**:
    - ✓ Novas características do Sistema Operacional;
    - ✓ Novos protocolos de comunicação.
    - ✓ Acesso à novos serviços;
- **Compatibilidade com Padrões Estabelecidos**: testado e verificado.



# Aspectos de Hardware e Software

- Um SD é altamente dependente da rede de comunicação. Neste caso, possui a mesma estrutura de **Hardware** e diferente estrutura de **Software**.
- Comparado a uma rede de comunicação, o SD possui um software com maior flexibilidade, para aplicações dos seus recursos compartilhados.
- São software específicos para aplicações distribuídas, desta forma são mais complexos.

# Aspectos de Hardware e Software

- Um SD não deverá perder no desempenho, caso venham a ser adicionadas extensões de *Hardware* e *Software*.
- Exemplo de **Extensões de Hardware**:
  - ✓ Adição de novos periféricos;
  - ✓ Memória;
  - ✓ Interface de Comunicação;
- Exemplo de **Extensões de Software**:
  - ✓ Novas características do Sistema Operacional;
  - ✓ Novos protocolos de comunicação.



# Aspectos de Hardware e Software

- Estrutura de Software (Sistema Operacional):
  - Gerência de Recursos:
    - ✓ Gerência de memória e processos (locais e distribuídos);
    - ✓ Gerência de dispositivos (locais e distribuídos);
  - Aplicações:
    - ✓ Autenticação e Controle de Acesso;
    - ✓ Gerência de Arquivos distribuídos;

# Principais Características de SD

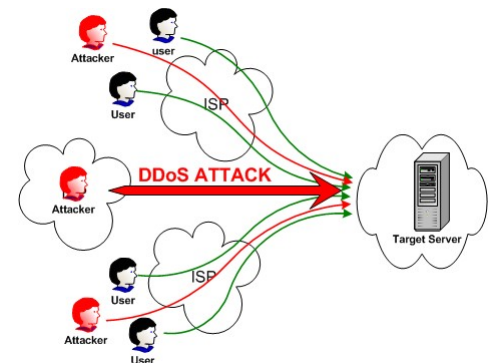
- **Segurança** – Informações se tornam disponíveis em SD e precisam ser protegidas.
- A segurança tem três componentes:

- ✓ Confidencialidade
- ✓ Integridade
- ✓ Disponibilidade



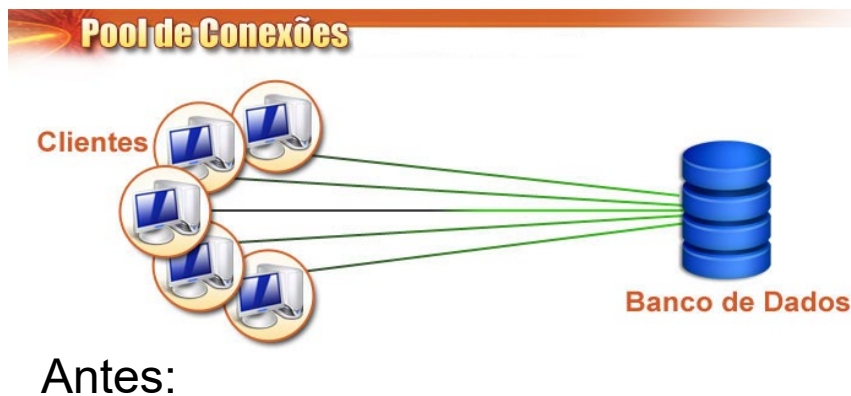
- **Problemas a serem solucionados:**

- ✓ Ataque de Negação de Serviços (*Denial of Service*);
- ✓ Segurança de Código Móvel.



# Principais Características de SD

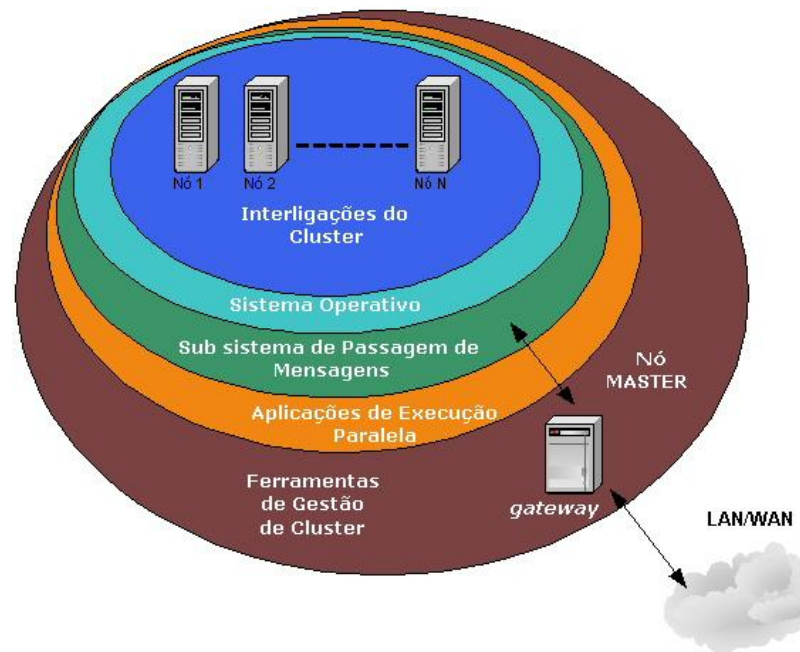
- **Escalabilidade** – O sistema permite que a rede e suas aplicações possam ser expandidas em grandes ordens de magnitude.
  - ✓ Aplicação distribuída em redes de larga escala;
  - ✓ Escalabilidade pode evitar gargalos.





# Principais Características de SD

- **Interoperabilidade:** Permite que componentes de software interajam entre diferentes plataformas de hardware e software, linguagens de programação e protocolos de comunicação.



# Principais Características de SD

- **Tratamento de Falhas** – As falhas em S.D. são parciais: Tratamento é particularmente difícil.
  - ✓ Detecção de Falhas;
  - ✓ Mascaramento de Falhas;
    - ⇒ Mensagens podem ser retransmitidas quando não chegam;
    - ⇒ Dados podem ser gravados (espelhamento/replicação) em vários discos;
  - ✓ Tolerância a Falhas;
  - ✓ Recuperação de Falhas;

# Principais Características de SD

- Tolerância a Falhas (Confiabilidade) – Um sistema distribuído previne futuras falhas, para que não afetem outros componentes do sistema;
  - ✓ Replicações.
    - ❖ Problemática 1: Pode haver uma diminuição no desempenho do sistema.

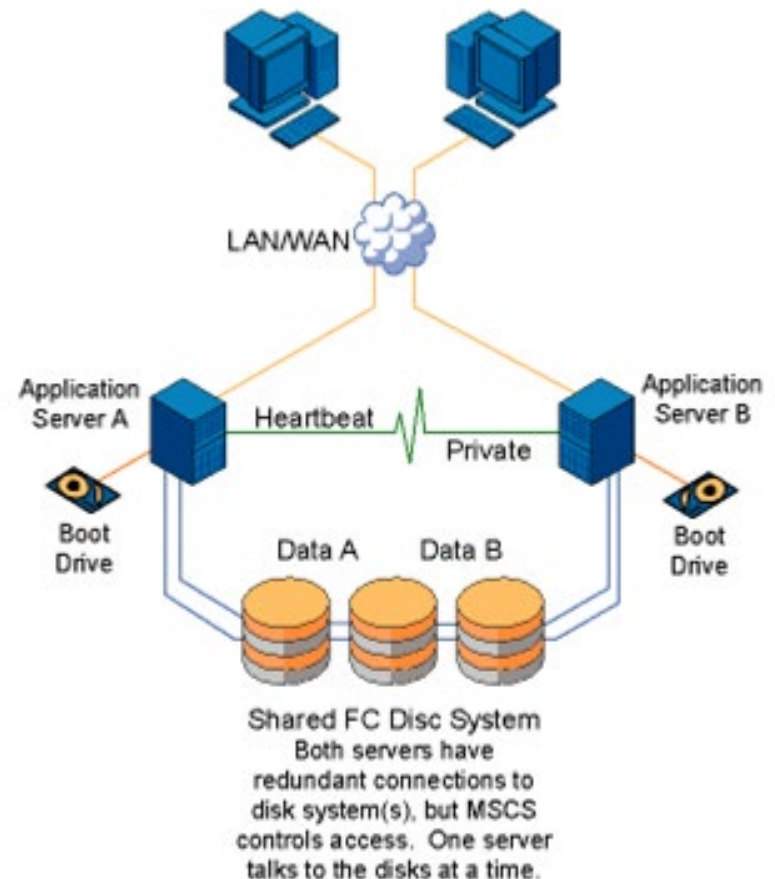
# Principais Características de SD

## ■ Tolerância a Falhas (Confiabilidade).

✓ Replicações:

### ❖ Problemática 2:

- Quanto maior o número de cópias, maior será a disponibilidade dos dados e dos recursos;
- O gerenciamento torna-se mais complexo.



# Principais Características de SD

- **Transparência** — Esconde do usuário a complexibilidade da separação remota de um SD, de forma que o sistema seja percebido como um todo.
- **Tipos de Transparências:**
  - ✓ **Transparência de acesso:** permite que objetos locais e remotos sejam acessados de forma idêntica.
  - ✓ **Transparência de localização:** permite acesso a um objeto sem que o usuário tome conhecimento de sua localização.

# Principais Características de SD

## ■ Tipos de Transparências (Cont.):

- ✓ **Transparência de concorrência:** permite que vários processos operem concorrentemente em objetos compartilhados sem que estas operações sofram interferências mútuas.
- ✓ **Transparência de replicação:** permite que múltiplos objetos de dados sejam criados para aumentar a confiabilidade e performance do sistema, sem afetar o trabalho de outros usuários.
- ✓ **Transparência de falha:** esconde a ocorrência de falhas para os usuários, fazendo com suas tarefas sejam completadas em outro local.
- ✓ **Transparência de escalabilidade:** os sistemas e suas aplicações podem expandir sem afetar a estrutura ou algoritmos usados nas aplicações do usuário.



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet:

Desenvolvido com o objetivo específico de fornecer uma rede escalável.

## Intranet

Empresas Aéreas, Automação Bancária, Controle de Estoque, Sistema de Cobrança etc.

## Computação Móvel

É a execução de tarefas de computação, enquanto o usuário está se deslocando de um lugar a outro ou visitando lugares diferentes de seu ambiente usual.

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet:

- ✓ É um grande sistema distribuído;
- ✓ É um sistema em evolução para publicação e para o acesso a recursos e serviços pela Internet;
- ✓ Sistema aberto que pode ser ampliado e modificado, sem perder a funcionalidade existente;
- ✓ É baseada no modelo cliente-servidor distribuído.

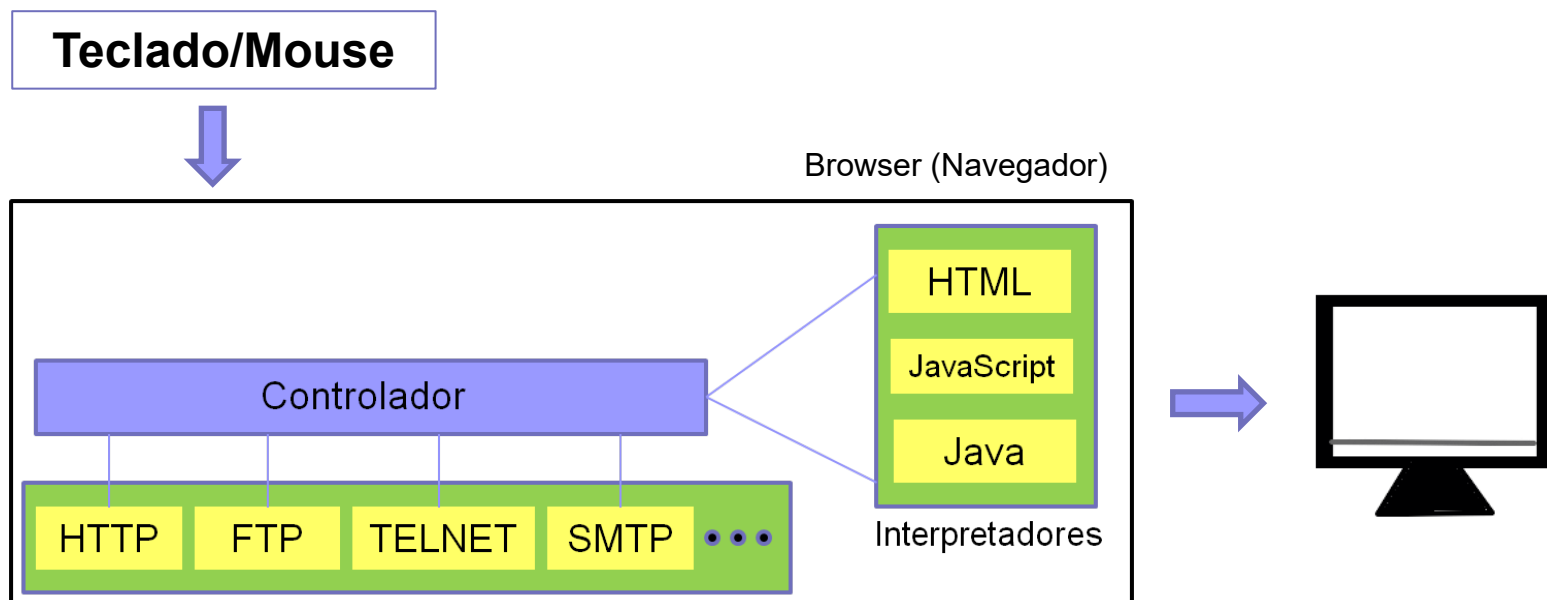




# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet: CLIENTE

- ✓ Acessa os serviços através dos browsers, que interpretam e exibem um documento Web;
- ✓ Em geral é formado por três partes:



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet: CLIENTE



É a linguagem para especificar o conteúdo e o layout de páginas para serem exibidas;

Define as maneiras pelas quais os navegadores (clientes) interagem com os servidores web.



Identifica o documento e outros recursos armazenados como parte da web.

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet: CLIENTE



- ✓ *Uniform Resource Locator*;
- ✓ É um padrão para a especificação de qualquer tipo de informação na Internet;
- ✓ A URL é constituída por quatro partes:

Protocolo

::/

Host

:

Porta

/

Path



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet: CLIENTE

- ✓ **Protocolo:** É o programa cliente/servidor usado para acessar os documentos;
- ✓ **Host:** É o computador onde as informações estão hospedadas (pode ser representado por um nome alternativo);
- ✓ **Porta:** Uma URL pode conter o número de uma porta do servidor;
- ✓ **Path:** Informa a localização do arquivo no qual as informações estão armazenadas;

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Internet:

### ➤ Migração de Código (Documentos Ativos):

- ✓ Necessidade de se executar no cliente um programa ou um *script*.
- ✓ Código pode ser enviado e executado no destino:
- ✓ Códigos não escaláveis: uso de máquina virtual.

Ex: Applets Java, JavaScript.

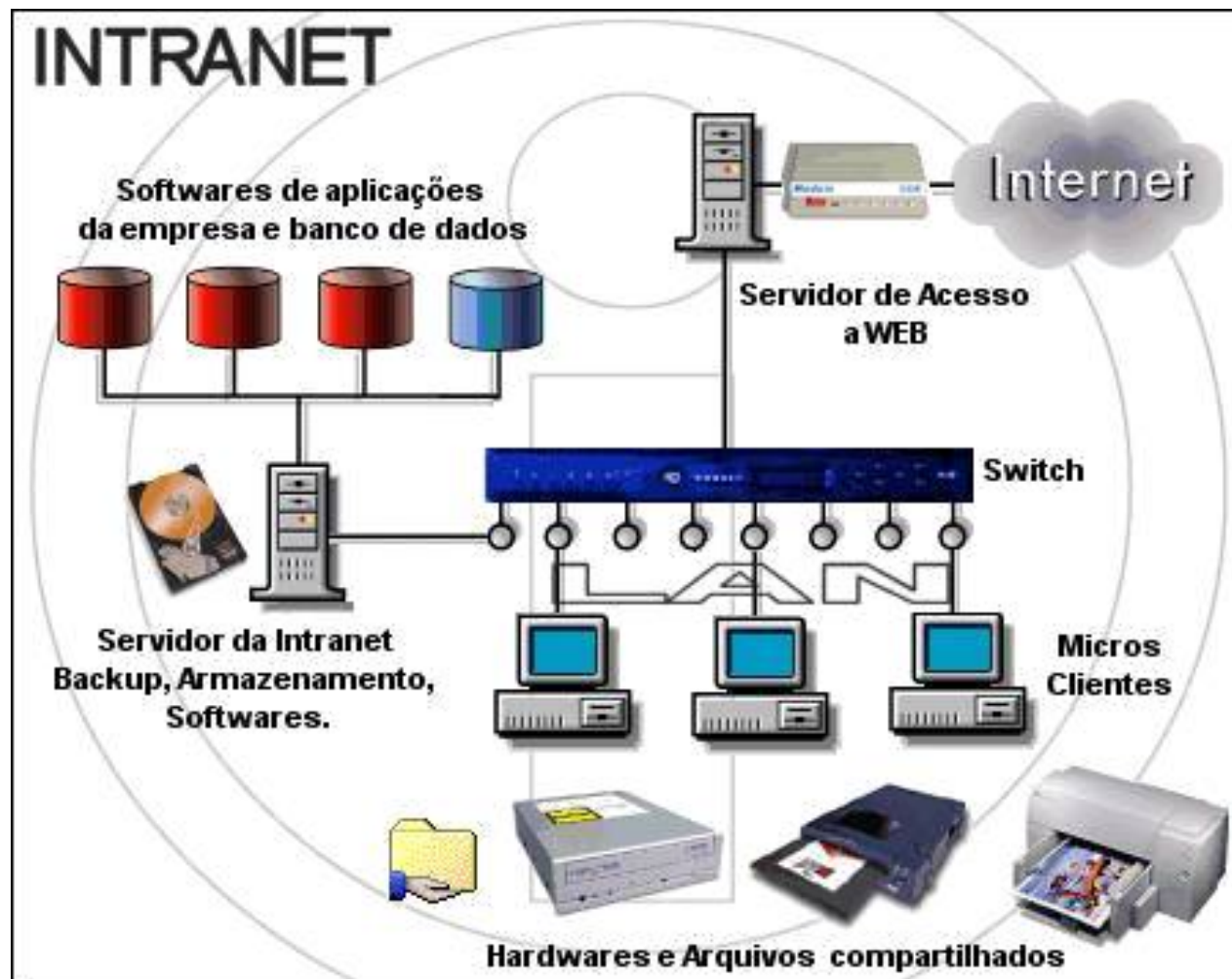


# Exemplos de Sistemas Distribuídos

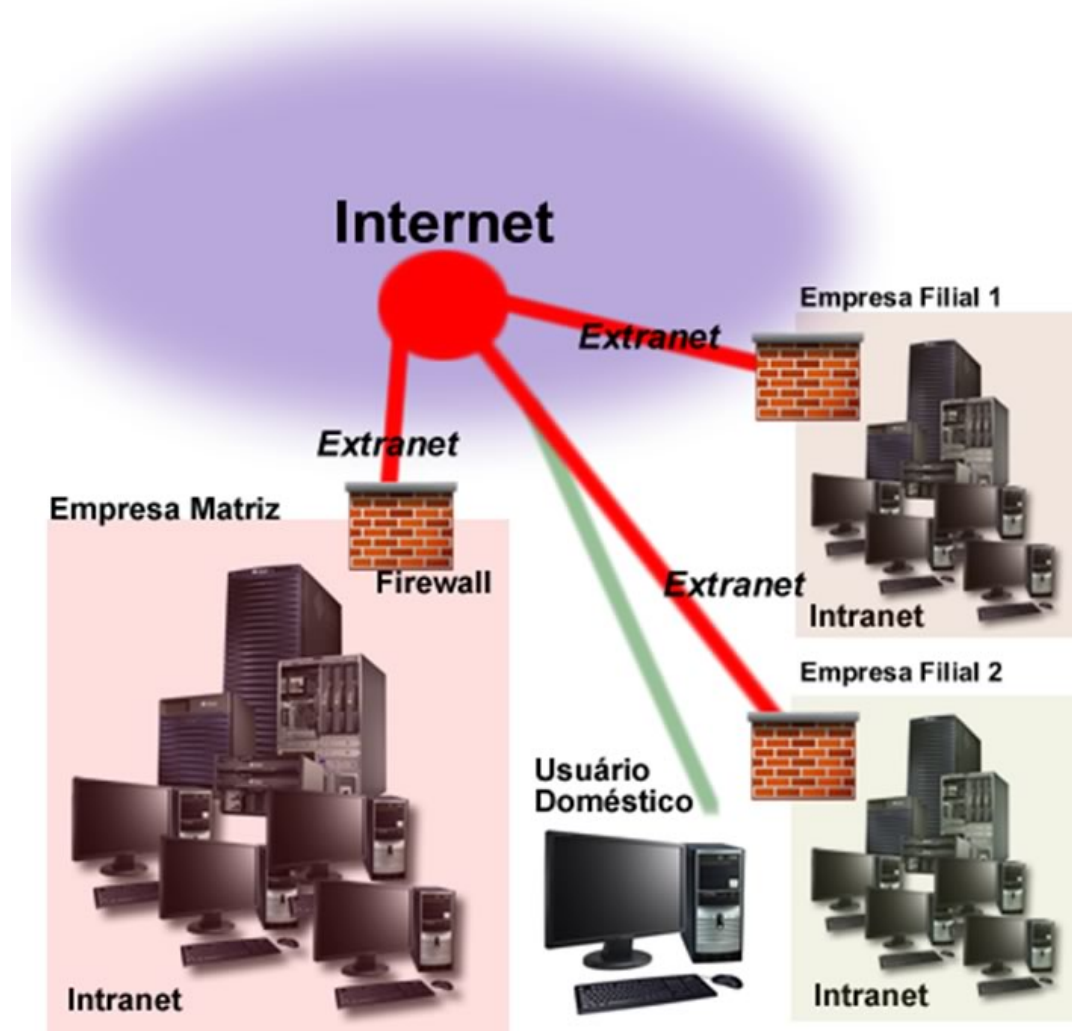
## Intranet:

- ✓ É uma parte da Internet administrada separadamente (impor limites de segurança);
- ✓ É composta por várias redes locais interligadas por conexões *backbone*;
- ✓ Uma Intranet é conectada à Internet por intermédio de um roteador;
- ✓ *Firewall*: Proteger uma Intranet, impedindo a entrada ou saída de mensagens não autorizadas;

# Exemplos de Sistemas Distribuídos



# Exemplos de SD: Internet + Intranet





# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua:

É a portabilidade de dispositivos computacionais, de acessar recursos em locais diferentes de seu ambiente usual.



# Exemplos de Sistemas Distribuídos



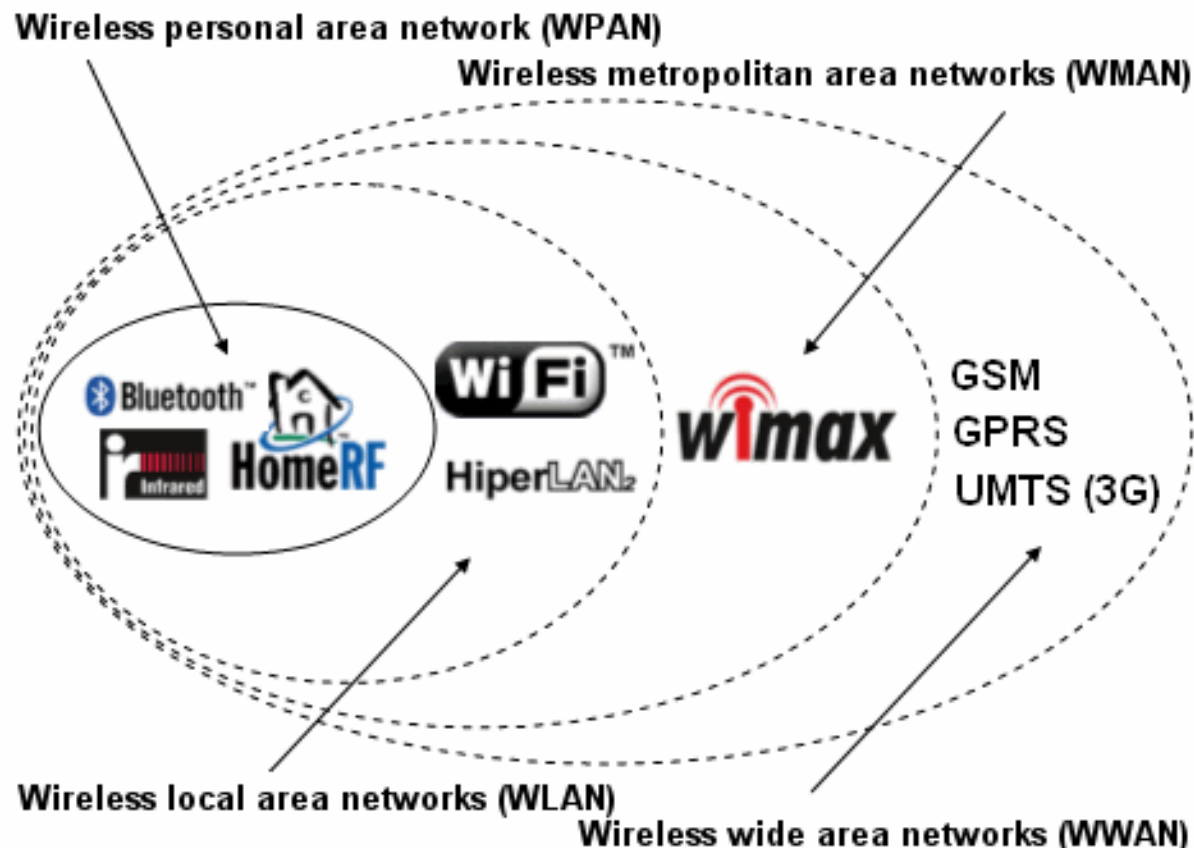
## Computação Móvel e Ubíqua:

- ✓ Também chamada de computação nômade;
- ✓ Equipamentos Utilizados: Notebook, PDAs, Telefones Móveis, *paggers*, etc.
  - ✓ Sinal de Rádio-Freqüência ou Infravermelho;
    - ✓ WiFi
    - ✓ Bluetooth
    - ✓ GPRS
    - ✓ 3/4/5G
    - ✓ Computação de Mão (PDAs)



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua:

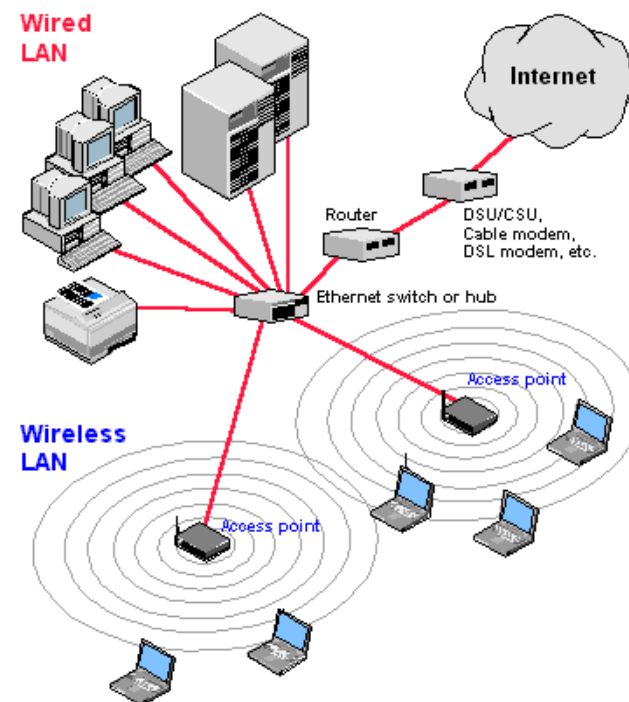


# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua (WLAN/HiperLAN):

- ✓ Padrão definido pelo IEEE, sob recomendações IEEE 802.11 para implementar redes WLAN;
- ✓ Abrange as camadas físicas e de enlace;
- ✓ HiperLAN é uma alternativa europeia para o padrão IEEE;
- ✓ É definido pelo ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*);

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 2004 The Computer Language Co. Inc.



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

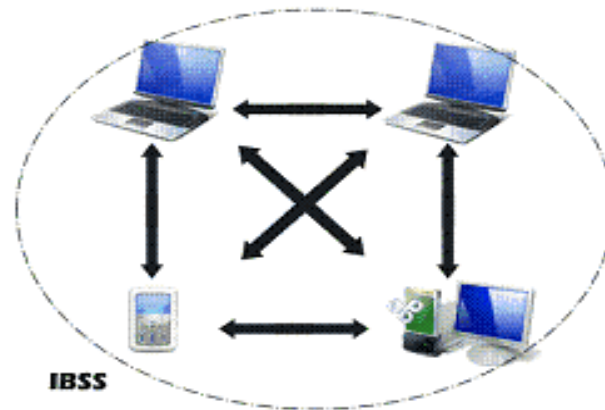
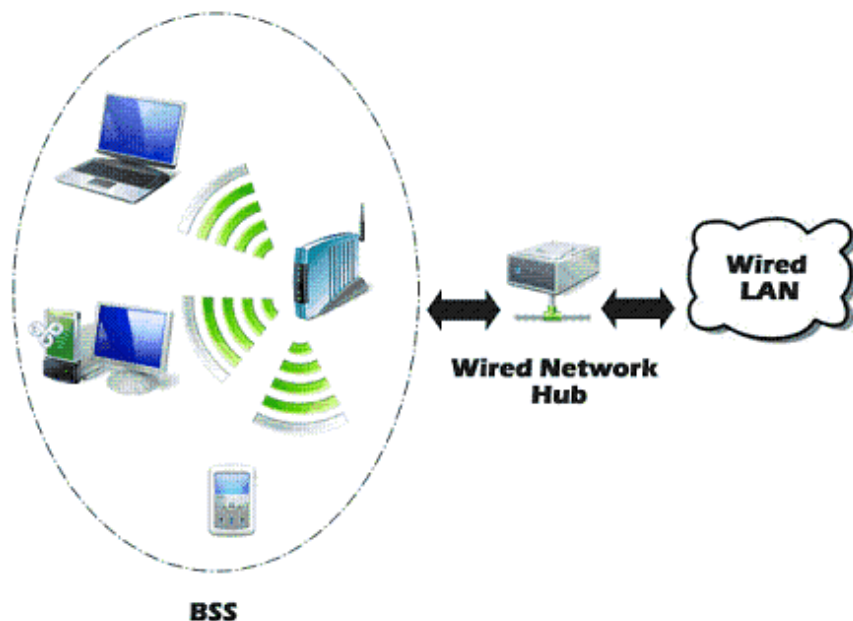
## Computação Móvel e Ubíqua (WLAN):

- ✓ O padrão define dois tipos de serviços:
  - ⇒ BSS: *Basic Service Set*;
  - ⇒ ESS: *Extended Service Set*;
- ✓ BSS: *Basic Service Set*;
  - ✓ É a base de uma rede LAN sem fio (WLAN);
  - ✓ É formada por estações wireless fixas ou móveis e, opcionalmente, por uma estação base central – *Acess Point* (AP);

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua (WLAN):

✓ BSS: *Basic Service Set*;



- ✓ Uma BSS sem um AP é uma rede isolada e independente;
- ✓ Não pode transmitir dados para outras BSSs;
- ✓ É denominada: arquitetura *ad hoc*;

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua (WLAN):

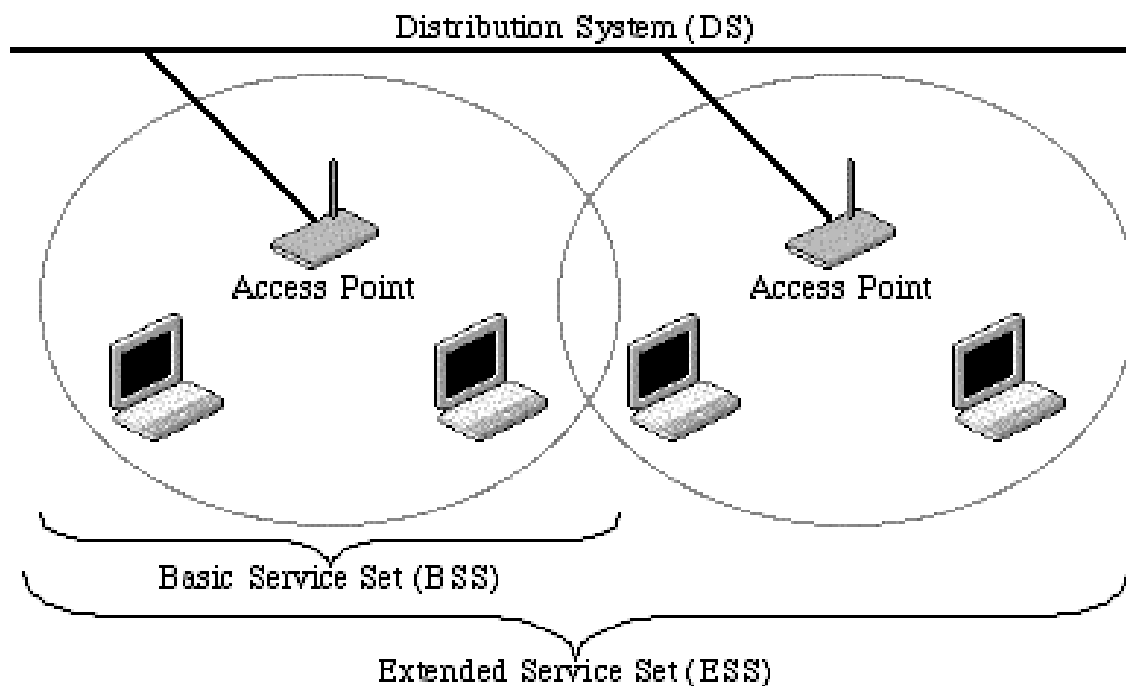
### ✓ ESS: *Extended Service Set*;

- ✓ É formada por duas ou mais BSSs com APs;
- ✓ As BSSs são conectadas por meio de um sistema de distribuição que normalmente é uma LAN com fio;
- ✓ O sistema de distribuição interliga as BSSs via APs;
- ✓ O IEEE não restringe o sistema de distribuição, podendo ser qualquer tipo de rede LAN padrão IEEE;

# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Computação Móvel e Ubíqua (WLAN):

✓ ESS: *Extended Service Set*;

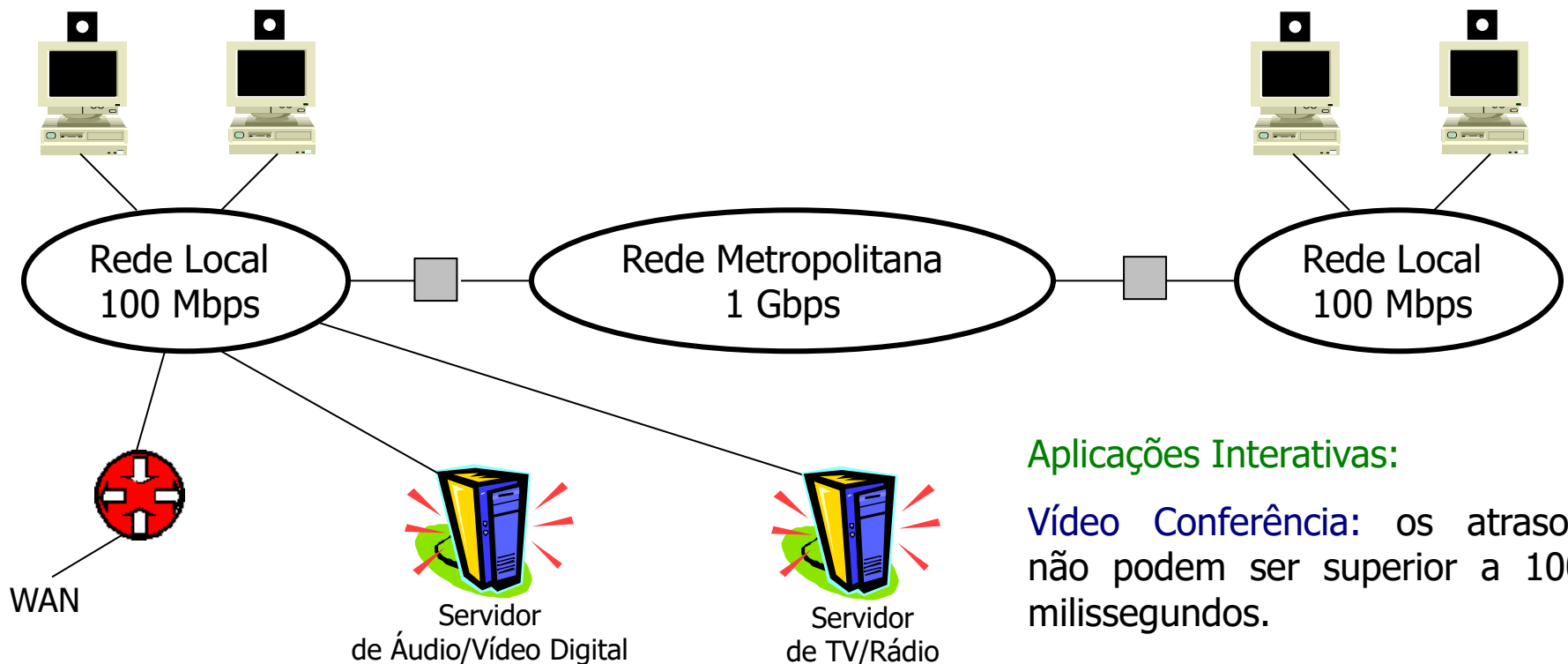




# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Sistemas Multimídia Distribuídos:

Sistemas que fornecem representações digitais para sequências de dados, áudio e vídeo.



### Aplicações Interativas:

**Vídeo Conferência:** os atrasos não podem ser superior a 100 milissegundos.



# Exemplos de Sistemas Distribuídos

## Sistemas Multimídia Distribuídos: **Requisitos**

- ✓ **Desempenho**: tempo de respostas compatíveis com as tarefas desempenhada pelos usuários.
- ✓ **Confiabilidade**: necessidade de garantir o processamento dos recursos compartilhados, caso um determinado módulo processador falhe.
- ✓ **Disponibilidade**: sistema disponível em todos os momentos em que é solicitado.
- ✓ **Segurança**: não deve sofrer interferência de eventos externos que possam afetar a privacidade dos dados armazenados



# Resumindo...

- Os sistemas distribuídos estão em toda parte;
- O compartilhamento de recursos é o principal fator de motivação para a construção de S.D.;
- A construção de S.D. gera desafios quanto à:
  - ✓ Heterogeneidade;
  - ✓ Segurança;
  - ✓ Escalabilidade;
  - ✓ Tratamento de Falhas;
  - ✓ Concorrência;
  - ✓ Transparência;