

Sistemas Computacionais Distribuídos

**Prof. Marcos José Santana
SSC-ICMC-USP**

São Carlos, 2008

Grupo de Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente

**Departamento de Sistemas
de Computação - SSC**

Sistemas Computacionais Distribuídos

1a. Aula

**Introdução e caracterização de
sistemas computacionais distribuídos**

Conteúdo

- ◆ **Definições**
- ◆ **Tipos de Sistemas**
- ◆ **Elementos do Sistema**
- ◆ **Evolução Histórica**
- ◆ **Vantagens / Desvantagens**
- ◆ **Modelos Arquiteturais**
- ◆ **Exemplos de Sistemas**

Definições

- ◆ Não existe definição única.
- ◆ *Lamport* \Rightarrow É um sistema que impede você de obter qualquer serviço quando uma máquina que você nem imagina que exista **falhe!**

Definições

- ♦ *Tanenbaum + van Renesse* \Rightarrow Aparenta ser um sistema centralizado mas na realidade o S.O. executa em UCPs múltiplas e não dependentes.

Conceito Chave \Rightarrow **Transparência** \Rightarrow o uso de múltiplos processadores deve ser invisível ao usuário.

Definições

- ♦ *Enslow* ⇒ Multiplicidade de recursos (físicos e Lógicos);
 - ⇒ Distribuição física (comp. físicos e lógicos);
 - ⇒ S.O. para unificar e integrar;
 - ⇒ Autonomia cooperativa;

Todas as condições devem ser satisfeitas concomitantemente! ⇒ **Radical.**

Definições

Como utilizar a definição de Enslow:

3 dimensões

- ⇒ Hardware;
- ⇒ Controle;
- ⇒ Dados, etc.

Definições

Para cada definição há exemplos reais que não satisfazem plenamente os *requisitos mínimos*, mas que por natureza/ utilização são normalmente classificados como distribuídos.

Definições

Comentários:

✓ *Enslow* ⇒ a maior parte dos sistemas não satisfaz os critérios.

✓ *Tanenbaum* ⇒ necessária mas não suficiente.
c. ex. : S.O. multiprocessadores

falha: Tolerância a falhas!

Definições

Comentários:

- ✓ *Enslow* ⇒ a maior parte dos sistemas não satisfaz os critérios.
- ✓ *Tanenbaum* ⇒ necessária mas não suficiente.
c. ex. : S.O. multiprocessadores

falha: Tolerância a falhas!
- ✓ **Sugestão de Mullender/Schroeder:**

Definições

Sintomas de um sistema Distribuído:

- ◆ **Múltiplos elementos de processamento;**
- ◆ **Hardware de interconexão;**
- ◆ **Elementos de processamento falham independentemente;**
- ◆ **Estado compartilhado.**

Definições

Novamente isto não é fácil de se aplicar e acaba sendo apenas mais uma espécie de passa tempo “teórico”.

Ex.: Estações de trabalho SUNs – sem disco + servidor de arquivos SUN (NFS).

✓ Não constitui um S.D. por este critério!

Definições

Finalizando:

Que tipo de sistemas iremos considerar no curso? Qual critério será adotado?

Definições

Finalizando:

Que tipo de sistemas iremos considerar no curso? Qual critério será adotado?

♦ *Em linhas gerais o critério de Tanenbaum + van Renesse pode ser utilizado (lembrar que tolerância à falha é também importante).*

Definições

Finalizando:

Que tipo de sistemas iremos considerar no curso? Qual critério será adotado?

♦ *Em linhas gerais o critério de Tanenbaum + van Renesse pode ser utilizado (lembrar que **tolerância à falha** é também importante).*

♦ **Grupo de computadores com capacidade de processamento autônomo, interconectado por uma rede.**

Tipos de Sistemas

Loosely - Coupled Distributed Systems

(S.D. com acoplamento fraco ou fracamente acoplado).

- ♦ **Compartilhamento de recursos e informações.**
- ♦ **Sob ponto de vista do usuário o sistema opera como um sistema centralizado.**
- ♦ **Vantagens / desvantagens.**

Tipos de Sistemas

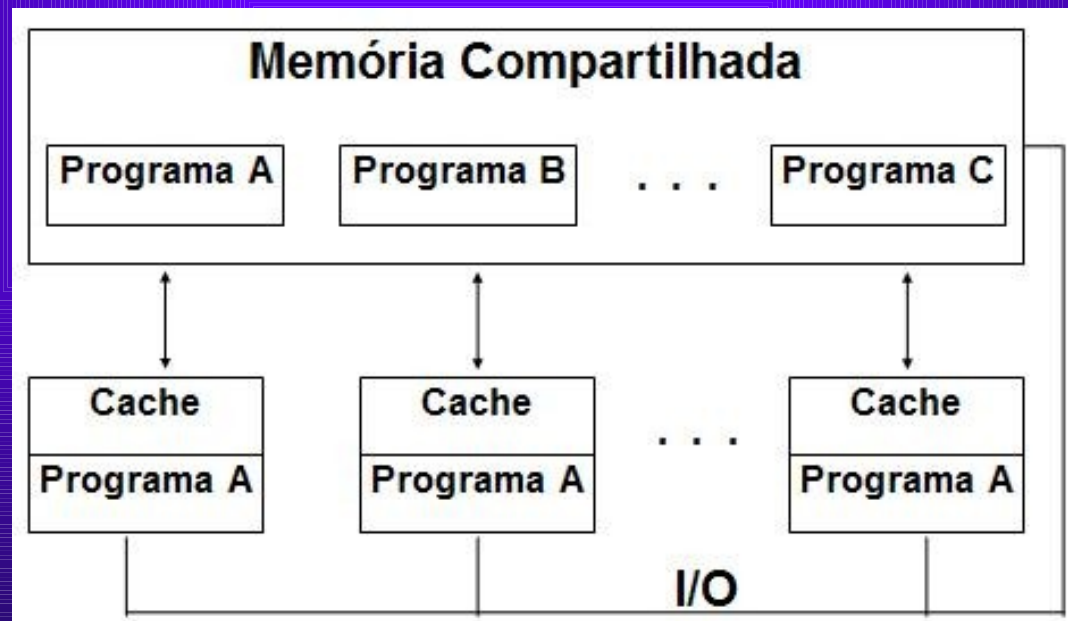
Tipo mais comum de organização:

- ◆ **Estação de Trabalho / Servidor.
(workstation)**

Tipos de Sistemas

Outros tipos de Sistemas:

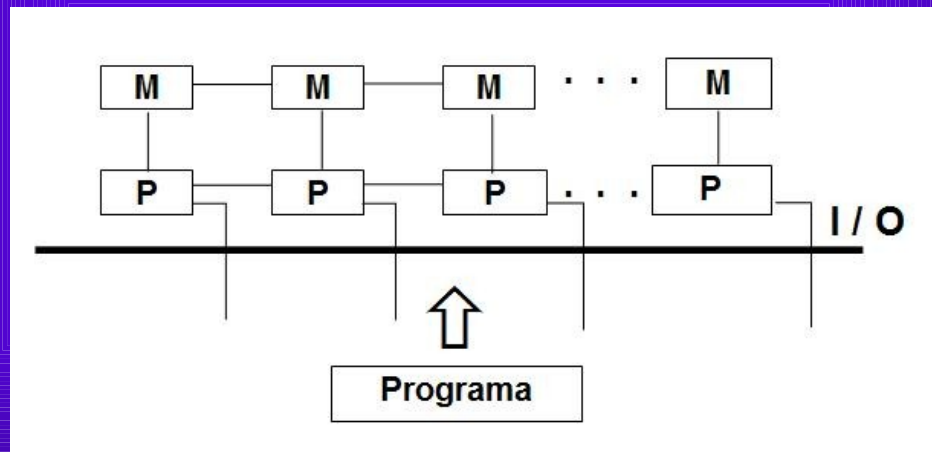
- ♦ **Tightly - Coupled Multiprocessor Systems** (acoplamento forte).



Tipos de Sistemas

Outros tipos de Sistemas:

♦ Array Processor



♦ Outras: Dataflow Parallel functional architectures etc.

Elementos do Sistema

♦ *Estação de Trabalho (ET)*

- desde máquinas simples como um PC até estações especializadas com capacidade gráfica, processamento científico, etc.

Elementos do Sistema

♦ *Servidor de Arquivos:*

- E.T. com capacidade de armazenamento em massa.
- Normalmente se torna um ponto de estrangulamento no sistema.

Elementos do Sistema

♦ *Servidor de Impressão:*

- gerencia o uso da impressora.

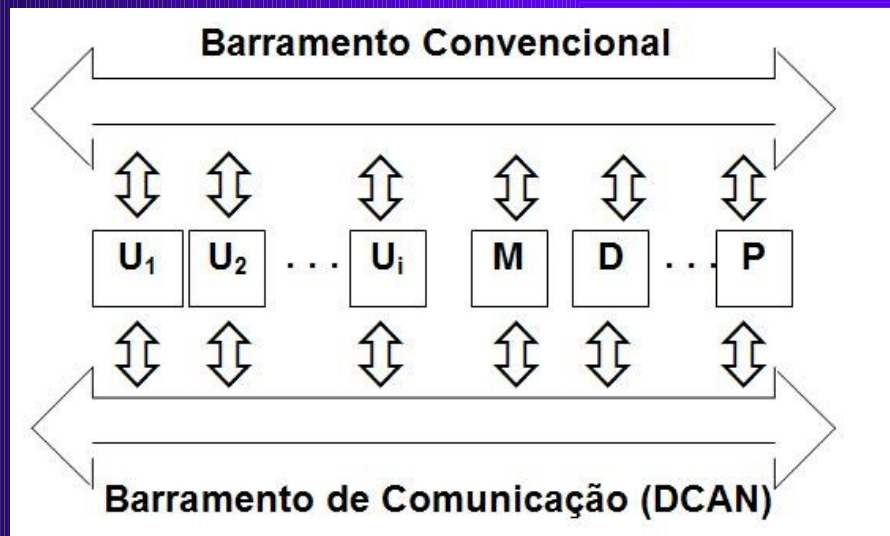
♦ *Servidor de Nomes:*

- gerencia tabelas de nomes/funções, etc.

S.D.F. \Rightarrow Sistema Distribuído Funcional

(M.J. Santana / R.H.C. Santana / I.F.W. Slaets).

EXEMPLO DE SÃO CARLOS (ICMC - USP / IFQSC - USP)



$U_i \Rightarrow$ Módulos de usuários - E.T.

$D \Rightarrow$ Módulo de disco - Servidor de arquivos.

$M \Rightarrow$ Módulo de Memória Virtual.

$P \Rightarrow$ Módulo de Impressão - S. de Impressão.

♦ DCAN \Rightarrow Duto de Comunicação de Alto Nível.

- Módulos são autônomos mas compartilham memória.
- Mistura: Loosely com Tightly!

Evolução Histórica

6 FASES: décadas de 50, 60, 70, 80, 90 e 2000.

50 ⇒ uso exclusivo - monousuário - alto custo.

(1) ↓

60 ⇒ processamento em lote (em batch).

(2) ↓

70 ⇒ multiusuário - compartilhamento da máquina (técnica - Time Sharing).

(3) ↓

80 ⇒ computação pessoal.

(4) ↓

90 ⇒ computação distribuída + ambientes virtuais

(5) ↓

2000 ⇒ internet, GRIDs, comp. embarcada...

Evolução Histórica

- (1) ✓ Memórias se tornaram grandes o suficiente para acomodar o S.O. + prog. aplicação.**
- ✓ Máxima utilização da máquina.**

Evolução Histórica

6 FASES: décadas de 50, 60, 70, 80, 90 e 2000.

50 ⇒ uso exclusivo - monousuário - alto custo.

(1) ↓

60 ⇒ processamento em lote (em batch).

(2) ↓

70 ⇒ multiusuário - compartilhamento da máquina (técnica - Time Sharing).

(3) ↓

80 ⇒ computação pessoal.

(4) ↓

90 ⇒ computação distribuída + ambientes virtuais

(5) ↓

2000 ⇒ internet, GRIDs, comp. embarcada...

Evolução Histórica

- (2) ✓ Ciclo de máquina se tornou barato (máquinas mais velozes / preço menor por ciclo).
- ✓ Programadores puderam se tornar mais produtivos.
- ✓ VLSI e LAN \Rightarrow tornaram as E.T. viáveis superando o T.S.

Evolução Histórica

6 FASES: décadas de 50, 60, 70, 80, 90 e 2000.

50 ⇒ uso exclusivo - monousuário - alto custo.

(1) ↓

60 ⇒ processamento em lote (em batch).

(2) ↓

70 ⇒ multiusuário - compartilhamento da máquina (técnica - Time Sharing).

(3) ↓

80 ⇒ computação pessoal.

(4) ↓

90 ⇒ computação distribuída + ambientes virtuais

(5) ↓

2000 ⇒ internet, GRIDs, comp. embarcada...

Evolução Histórica

(3) ✓ VLSI e LAN \Rightarrow tornaram as E.T. viáveis superando o T.S.

Evolução Histórica

6 FASES: décadas de 50, 60, 70, 80, 90 e 2000.

50 ⇒ uso exclusivo - monousuário - alto custo.

(1) ↓

60 ⇒ processamento em lote (em batch).

(2) ↓

70 ⇒ multiusuário - compartilhamento da máquina (técnica - Time Sharing).

(3) ↓

80 ⇒ computação pessoal.

(4) ↓

90 ⇒ computação distribuída + ambientes virtuais

(5) ↓

2000 ⇒ internet, GRIDs, comp. embarcada...

Evolução Histórica

(4) ✓ Total proliferação de E.T.

✓ Integração ampla de ambientes computacionais; (GRIDs)

✓ etc.

Evolução Histórica

6 FASES: décadas de 50, 60, 70, 80, 90 e 2000.

50 ⇒ uso exclusivo - monousuário - alto custo.

(1) ↓

60 ⇒ processamento em lote (em batch).

(2) ↓

70 ⇒ multiusuário - compartilhamento da máquina (técnica - Time Sharing).

(3) ↓

80 ⇒ computação pessoal.

(4) ↓

90 ⇒ computação distribuída + ambientes virtuais

(5) ↓

2000 ⇒ internet, GRIDs, comp. embarcada...

Evolução Histórica

(5) ✓ Total proliferação de E.T.

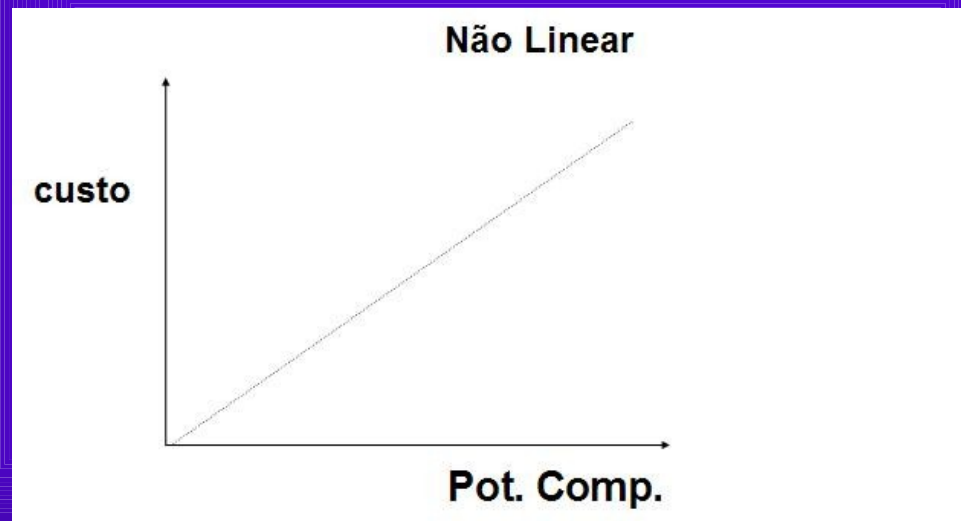
✓ Integração ampla de ambientes computacionais; (GRIDs)

✓ Computação embarcada

✓ etc.

Sistemas Distribuídos X TSS

Relação Custo/Benefício



- ✓ **custo** (1 proc. Pot. X) < **custo** (1 proc. Pot. 10x)/10
- ✓ **garantia de desempenho** : desempenho determinístico
ex. aplicações gráfica

Como surgiram as Estações de Trabalho?

- ♦ Utilização de minicomputadores em ambientes multi-usuários (TSS).
- ♦ Aparecimento de aplicações requerendo alto grau de interação com a tela (ex. aplicações gráficas).
- ♦ Uso de minicomputadores como “máquina pessoal” (monousuário).
- ♦ Evolução para as primeiras E.T.
ex.: ALTO (Xerox) - 1971-73
- ♦ Máquinas isoladas não atendiam a todas as necessidades ⇒ interconexão através de LANs.
- ♦ Algumas E.T. foram “transformadas” para desempenhar tarefa específica ⇒ servidores dos S.D.

Vantagens SD x TSS

- ⇒ ***Resposta previsível (CUIDADO!)***
 - Execução de tarefas em E.T. (monousuário).

- ⇒ ***Extensibilidade / modularidade***
 - O sistema pode crescer gradativamente;
 - Novos softwares podem ser instalados gradativamente;
 - Manutenção facilitada.

Vantagens SD x TSS

⇒ *Compartilhamento de recursos*

- Recursos de alto custo -> utilização barata (relativamente);
- Servidores de arquivos/imppressoras/correio etc.

⇒ *Replicação*

- Diversas cópias de um mesmo arquivo podem ser armazenadas em locais distintos aumentando a confiabilidade.

Vantagens SD x TSS

⇒ *Disponibilidade*

- Falha de um elemento não interrompe a operação do sistema global (CUIDADO!).

⇒ *Mobilidade dos usuários*

- Dependendo do modelo arquitetural usado, usuários ficam livres para acessar o sistema de diversos pontos.

Desvantagens SD x TSS

⇒ *Gerenciamento*

- Dependendo do modelo usado, cada usuário pode necessitar ser um gerente;
- Execução de backup;
- Alocação de tempo de processamento;
- Manutenção / evolução do software.

⇒ *Desempenho / confiabilidade*

- Dependência da rede utilizada.

Desvantagens SD x TSS

⇒ *Segurança*

- Para aumentar a flexibilidade do sistema existem clientes com acesso à comunicação básica e isto enfraquece a segurança;
- Via de regra, qualquer informação colocada na rede deixa de ser “segredo”;
- Existem mecanismos para melhorar a segurança.

Desvantagens SD x TSS

⇒ *Complexidade*

- E.T. podem ser consideradas mais simples que sistemas multi-usuários;
- conjunto de componentes -> aumenta a dificuldade
- Complexidade comparada a uma rede ferroviária.

(Mullender/Schroeder) - r.f. ⇒ 180 anos de

desenvolvimento.

S.D. ⇒ ~ 3 Décadas!

Exemplos de Sistemas Computacionais Distribuídos

UNIX Distribuído

- ◆ **UNIX (AT&T):**
 - ✓ Sistema operacional multi-usuário;
 - ✓ aloca e gerencia os recursos de hardware;
 - ✓ Início dos anos 70;
 - ✓ Executa em um único computador;
 - ✓ Constitui um TSS.

Exemplos de Sistemas

UNIX Distribuído

- ◆ **UNIX v.4BSD (University of California at Berkeley)**
 - ✓ Fim dos anos 70;
 - ✓ Comunicação entre processos;
- ◆ **NFS - Network File System:**
 - ✓ Baseado no BSD UNIX;
 - ✓ Base para implementações do Unix Distribuído.

Exemplos de Sistemas

UNIX Distribuído

- ◆ **Outras implementações:**
 - ✓ AMOEBA - Vridge University (Tanenbaum);
 - ✓ MACH;
 - ✓ CHORUS;
 - ✓ ANDREW - Carnegie Mellon University.

- ◆ **Problemas:**
 - ✓ Unix - LIMITES!
 - ✓ Abertura...

Exemplos de Sistemas

UNIX Distribuído

◆ Outras implementações:

✓ **LINUX**

- Abertura: software livre;
- Diversas distribuições;
- Amplamente utilizado;
- Base (de fato) para sistemas modernos.

Exemplos de Sistemas

APLICAÇÕES COMERCIAIS

♦ Exemplos:

- ✓ Reserva de lugar e de passagem em empresas aéreas;
- ✓ Bancos - caixa eletrônico e agências;
- ✓ Controle de estoque, entregas e caixas de supermercados;
- ✓ Etc.

Exemplos de Sistemas

APLICAÇÕES COMERCIAIS

- ◆ **Requisitos:**
 - ✓ **Confiabilidade e segurança;**
 - ✓ **Acesso concorrente;**
 - ✓ **Possibilidade de crescimento;**
 - ✓ **Acesso de pontos distantes;**
 - ✓ **Privacidade dos dados;**
 - ✓ **OPENNESS.**

Exemplos de Sistemas

REDES DE LONGA DISTÂNCIA

- ♦ **Arpanet -> Internet**
 - ✓ **principal característica -> Scalable**
 - 1980 : 100 computadores.**
 - 1990 : 100.000 computadores.**
 - 1994 : > 1.000.000 computadores.**
 - 2008 : ???????**

Exemplos de Sistemas

REDES DE LONGA DISTÂNCIA

◆ Aplicativos

- ✓ e-mail:
- ✓ Word Wide Web (WWW)
- ✓ ???

Exemplos de Sistemas

MULTIMÍDIA

- Imagens; Áudio; Vídeo.

- ♦ Audio e vídeo -> contínuas
 - ✓ Distorção;
 - ✓ Perda de sincronismo entre voz e figura.
- ♦ Aplicações interativas
 - ✓ Vídeo phone;
 - ✓ Reunião.
 - ✓ delay < 100 mseg

Exemplos de Sistemas

MULTIMÍDIA

◆ Bandwidth

- ✓ Aplicações multimídia exigem pelo menos ordem de grandeza maior do que para outras aplicações.
- ✓ Desempenho é restrito pela rede de comunicação.
- ✓ Desempenho atual já permite implementações com qualidade.

Fim!