

# Sistemas Distribuídos

material baseado em slides dos Profs.  
Avelino Zorzo, Celso Costa, Fernando Dotti  
e Luiz Gustavo Fernandes  
e no livro: Distributed Operating Systems - Concepts and  
Design - Pradeep Sinha

## Conteúdo


- Introdução
- Comunicação entre Processos
- Algoritmos Distribuídos
- Gerência do Processador
- Memória Compartilhada Distribuída
- Sistema de Arquivos Distribuídos
- Estudos de Casos

## INTRODUÇÃO

## Introdução

- Introdução - Conteúdo
  - fatores motivadores
  - Vantagens vs. desvantagens
  - histórico
  - hardware - classificações
  - modelos de sistemas computacionais distribuídos (pradeep)
  - terminologia
  - considerações de projeto

## Introdução

- Fatores Motivadores
    - Avanços em microeletrônica
      - processadores rápidos, baratos
    - Avanços em comunicações
      - redes eficientes, confiáveis
- 
- Relação preço/performance
    - melhor usar múltiplos processadores interconectados
- Problema: Complexidade de gerenciamento

## Introdução

- O que é um sistema distribuído?
  - *Um sistema distribuído é uma coleção de computadores independentes que parecem um sistema único para o usuário [Tanenbaum].*
- Dois aspectos:
  - Hardware: autonomia
  - Software: sistema único
- Exemplos:
  - Fábrica com robôs
  - Banco e agências

## Introdução

### ➤ Vantagens de S.D. sobre S.C

- **Economia**
  - Revogação da *Lei de Grosh*: performance é proporcional ao custo<sup>2</sup>
  - Válida para *Mainframes*
- **Velocidade**
  - 10.000 CPUs x 50MIPS = 500.000 MIPS
  - Uma CPU (??) para isto deve executar 1 instrução a cada 0.002 nanoseg (2 picoseg). (Velocidade da luz 0.6mm em 2 picoseg)
- **Algumas aplicações são naturalmente distribuídas**
  - CSCW (*Computer Suported Cooperative Work*)

## Introdução

### ➤ Vantagens de S.D. sobre S.C

- **Confiabilidade** (*reliability*)
  - 5% for a do ar - 5% em perda de performance
  - Aviação, reatores nucleares, ...
- **Expansibilidade**
  - Aumentar poder de processamento sem se desfazer daquilo que já possui - de maneira gradativa

## Introdução

### ➤ Vantagens de S.D. sobre PCs

- **Compartilhamento de dados**
  - Reusabilidade
- **Compartilhamento de periféricos**
  - Economia
- **Comunicação**
  - Correio eletrônico
- **Flexibilidade**
  - Melhor aproveitamento dos recursos

## Introdução

### ➤ Desvantagens de S.D.

- Pouco software disponível
- Rede pode causar problemas
- Segurança

## INTRODUÇÃO Histórico

## Introdução (histórico)

- Computadores iniciais: Caros e grandes
- Anos 50 e 60: *Spooling*, multiprogramação
  - otimizar utilização da CPU
- Início dos anos 60: Sistemas *Time Sharing*
  - Primeiro passo na direção dos Sistemas Distribuídos
  - Incorpora dois conceitos fundamentais:
    - Compartilhamento de recursos
    - Acesso remoto
  - Terminais passam a ter maior capacidade de processamento
  - Tarefas principais/comuns em comp. principal

## Introdução (histórico)

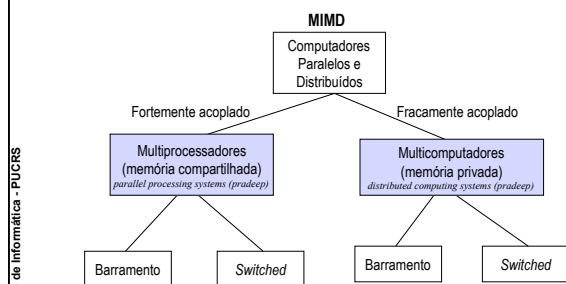
- Evolução do hardware: redução do tamanho, do preço, aumento da velocidade
- Comunicação: velocidades e distâncias maiores, maior confiabilidade
- Final dos anos 60 e início dos anos 70: Surgimento das redes
  - Ethernet - Xerox Palo Alto: 73 - LAN
  - ARPANet - DoD: 69 - WAN
- Final dos anos 60 e início dos anos 70: Unix
- final dos anos 70: Protocolo TCP/IP
- Início dos anos 80: Estações de trabalho

## INTRODUÇÃO Hardware

## Introdução (hardware)

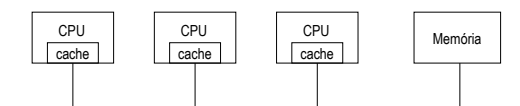
- Taxonomia de hardware (Flynn 1972)
  - SISD: *single instruction single data*
    - computadores com um processador
  - SIMD: *single instruction multiple data*
    - array de processadores (alguns supercomputadores)
  - MISD: *multiple instruction single data*
    - pouco usual
  - MIMD: *multiple instruction multiple data*
    - sistemas distribuídos estão nesta categoria, ou um conjunto de computadores independentes, cada um com seu contador de programa, conjunto de instruções e dados

## Introdução (hardware)



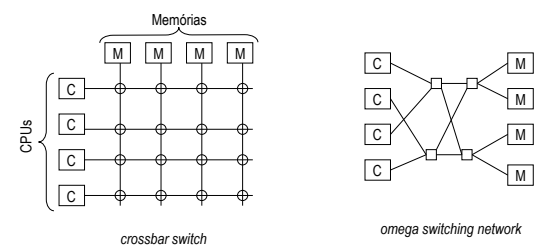
## Introdução (hardware)

- Multiprocessadores baseado em barramento



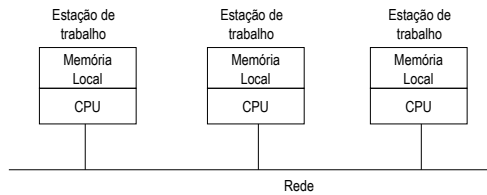
## Introdução (hardware)

- Multiprocessadores baseado em switch



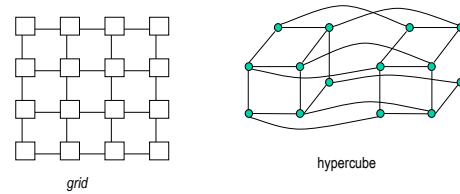
## Introdução (hardware)

### ➤ Multicomputadores em barramento



## Introdução (hardware)

### ➤ Multicomputadores com switch



## Introdução (hardware)

### ➤ MIMD (classificação quanto à memória):

- Multiprocessadores
  - UMA: Uniform Memory Access (memória central)
  - NUMA: Non Uniform Memory Access (distribuída)
    - COMA: cache only memory access
    - CC-NUMA: cache coherent NUMA
    - NCC-NUMA: non cache coherent
- Multicomputadores (memória privada)
  - NORMA - non-remote memory access

[hwang-98]

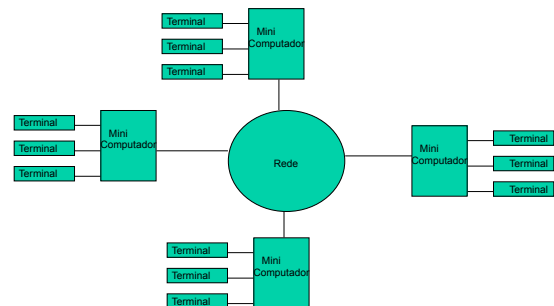
## INTRODUÇÃO

Modelos de *Distributed Computing Systems* -  
MIMD/NORMA (Pradeep)

## Modelos de *Distributed Computing Systems* - MIMD/ NORMA (Pradeep)

- Redes de Minicomputadores
- Redes de Estações de Trabalho
- Redes de Estações de Trabalho com Estações Servidoras (Modelo Cliente/Servidor)
- Pool de Processadores
- Cliente/Servidor com um Pool de Processadores

## Modelo Rede de Minicomputadores



## Modelo Rede de Minicomputadores

- Extensão do modelo *time-sharing*
- cada minicomputador tem usuários conectados via terminais interativos
- rede permite a usuário acessar recursos de outros minicomputadores
- ex.: ARPANet

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

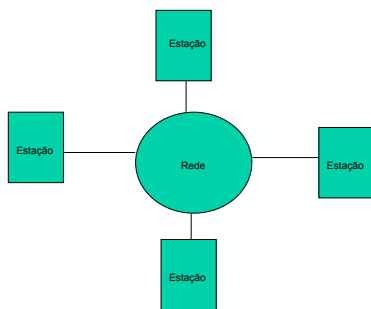
## Modelo Rede de Minicomputadores

- Objetivo:
  - Compartilhamento de recursos
- Software
  - Telnet
  - Ftp
  - Acesso remoto à bases de dados

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Modelo Rede de Estações



Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Modelo Rede de Estações

- Objetivo
  - Interconectar estações de maneira a otimizar o seu uso
- Cada estação possui seu próprio sist. operacional, seu próprio disco
- Usuário se conecta a uma estação
- O sistema distribui a carga de processamento na rede de estações (Distribuição de carga)

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

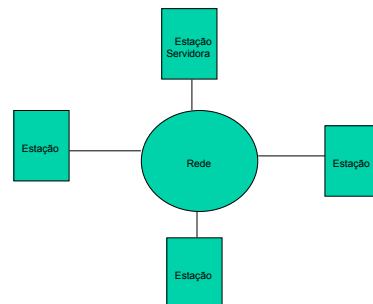
## Modelo Rede de Estações

- Como achar estação livre ?
- Como transferir processo para outra estação ?
- O que fazer com um processo remoto em uma estação livre, se um usuário se loga na estação ?
- Ex.: Sprite - Xerox PARC

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Modelo Cliente/Servidor



Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

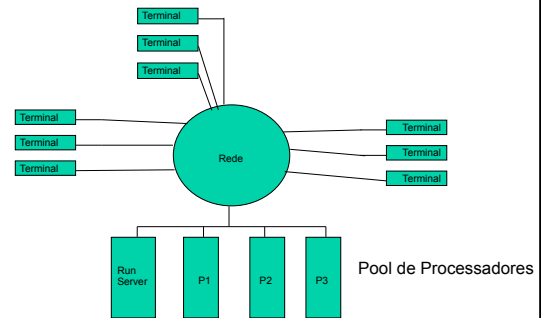
## Modelo Cliente/Servidor

- Podem existir estações sem disco
- Estações servidoras oferecem os serviços
  - servidor de arquivos
  - servidor de impressão
  - servidor de Base de Dados
- Usuário se conecta a uma estação
- O sistema implementa o acesso remoto (transparente) aos serviços
- EX.: NFS da Sun

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Modelo Pool de Processadores



Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Modelo Pool de Processadores

- Os processadores são gerenciados globalmente
  - Alocação de um grupo de processadores a um usuário
  - Liberação do grupo de processadores ao término da execução
- EX.: Sistema Operacional Amoeba

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## INTRODUÇÃO

### Terminologia

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Introdução (terminologia)

- Sistema Operacional
  - programa que controla os recursos de um computador e oferece ao usuário uma interface mais conveniente para o uso do que a máquina
- Em um Sistema Computacional Distribuído pode-se usar:
  - Sistema Operacional de Rede
  - Sistema Operacional Distribuído

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Introdução (terminologia)

- Sistema Operacional de Rede
  - visão do sistema não é única, usuário conhece as várias máquinas
  - computadores funcionam de maneira autônoma
  - não há cooperação das máquinas para tolerância a falhas
- DCS com um NOS é dito um *Networked System* ou "Sistema em Rede"

Faculdade de Informática - PUCRS

Sistemas Distribuídos

## Introdução (terminologia)

---

### ➤ Sistema Operacional Distribuído

- Um SOD parece aos seus usuários como um único sistema operacional, centralizado, mas rodando em diversas CPUs independentes.
- O conceito chave é transparência. O uso de múltiplos processadores deve ser transparente ao usuário.
- Máquinas **não** são autônomas
- Tolerância a falhas
- um DCS com um DOS é dito um *Distributed System* ou *True Distributed System*