

# Arquiteturas Paralelas

Programação Paralela e Distribuída

## *Arquiteturas Paralelas*



Graduação em Ciência da Computação  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

# Máquinas Paralelas

## Classificação quanto ao fluxo

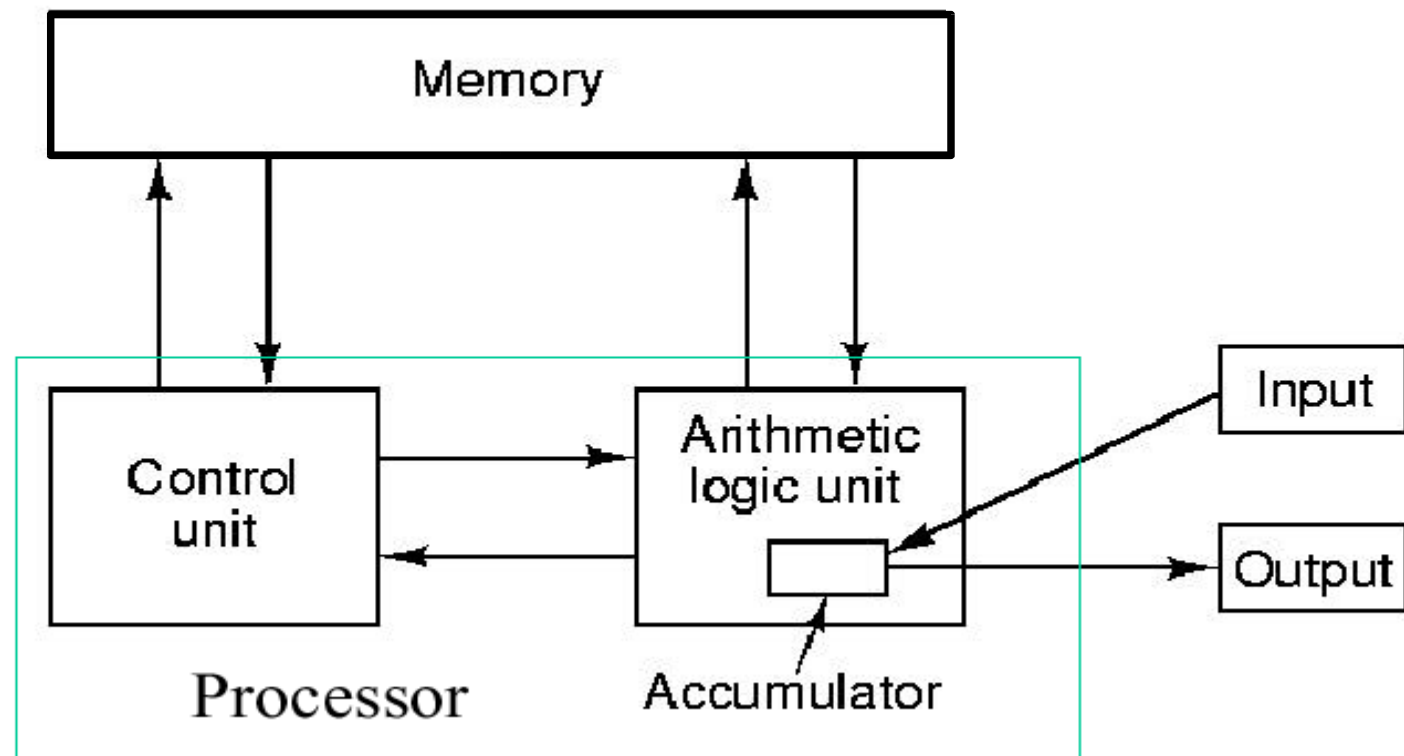
- Flynn 1966
- Fluxos:
  - de instruções
  - de dados

instr. \ Dados	Simples	Múltiplo
	Simplex	Múltiplo
Simples	SI SD sequencial	SI MD
Múltiplo	MI SD	MI MD

# Máquinas Paralelas

SISD

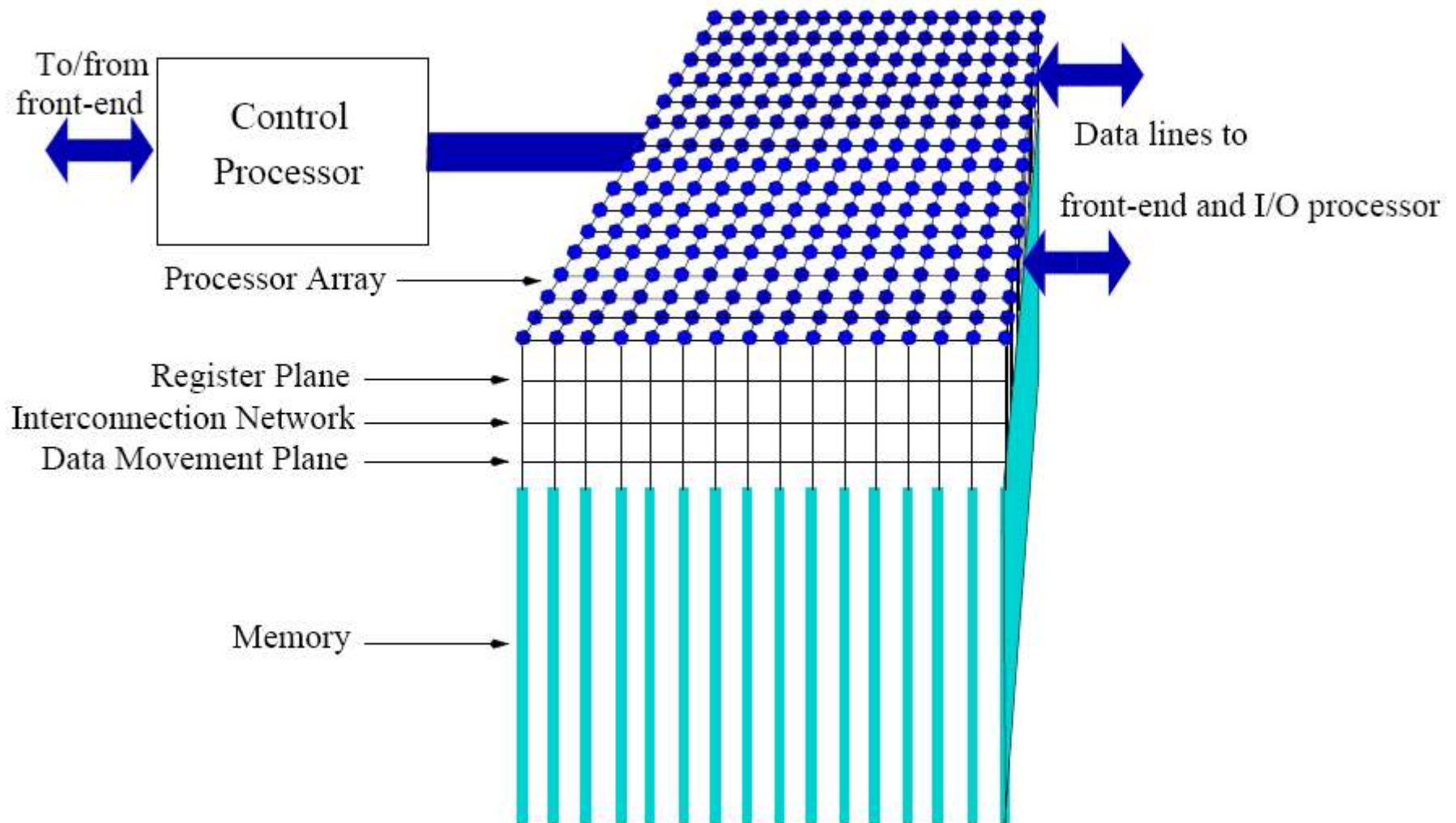
Arquitetura Von Neumann



# Máquinas Paralelas

## SIMD

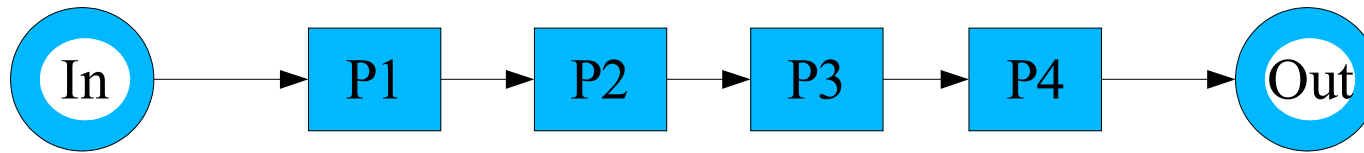
### Arquiteturas Matricial e Sistólica



# Máquinas Paralelas

MISD

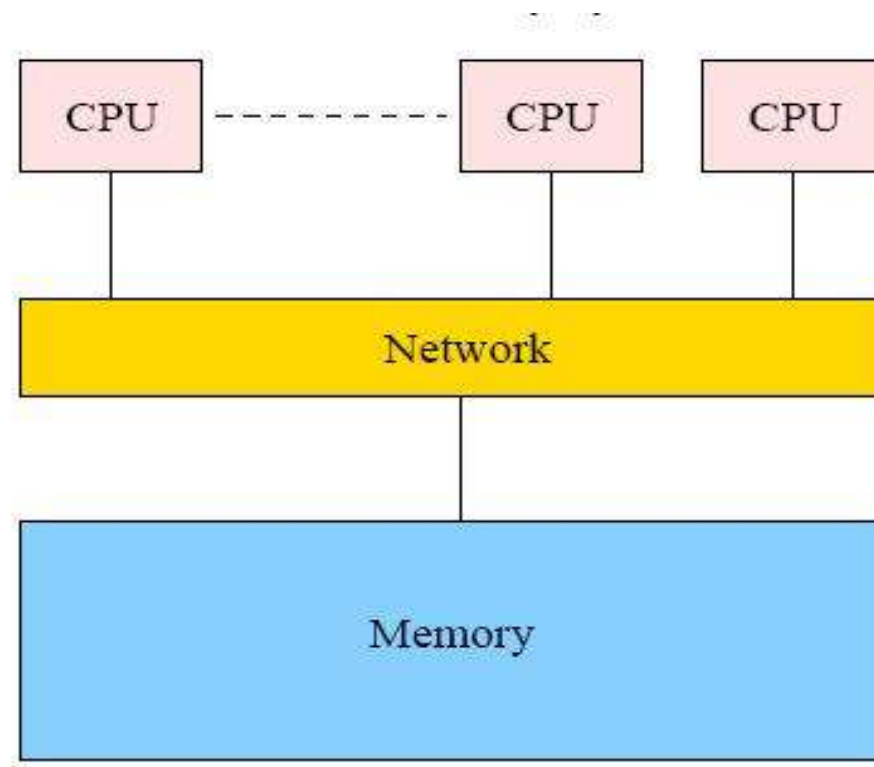
Arquiteturas Pipeline e Dataflow



# Máquinas Paralelas

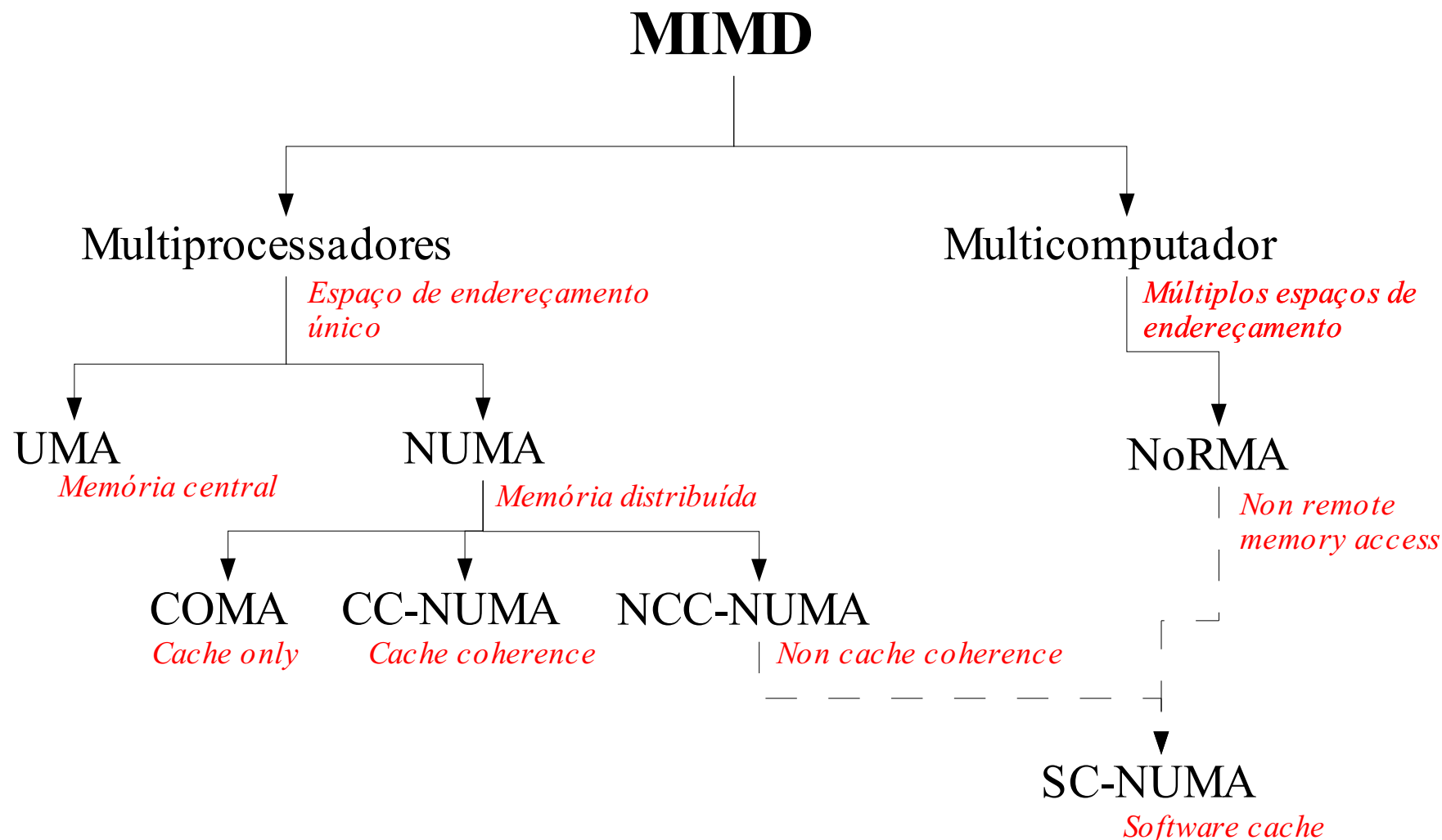
## MIMD

Múltiplos fluxos de instruções e dados



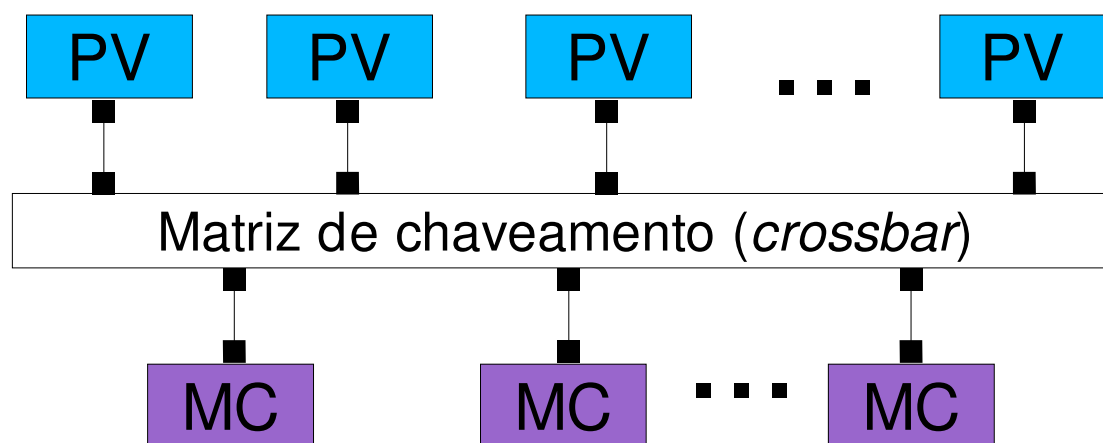
# Máquinas Paralelas

Classificação quanto ao acesso memória



# Máquinas Paralelas

## Processadores Vetoriais Paralelos PVP



UMA

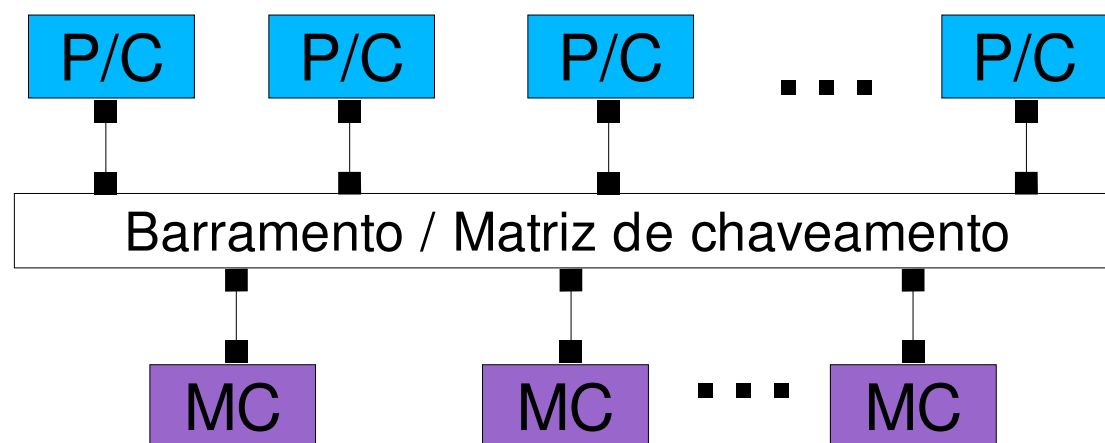
Processadores vetoriais, normalmente sem cache. Buffer de instrução.  
Paradigma de programação imperativo, com exploração de

Ex.: Cray C-90, Cray Y-MP, Fujitsu VPP 500, NEC Sx4



# Máquinas Paralelas

## Multiprocessadores Simétricos SMP



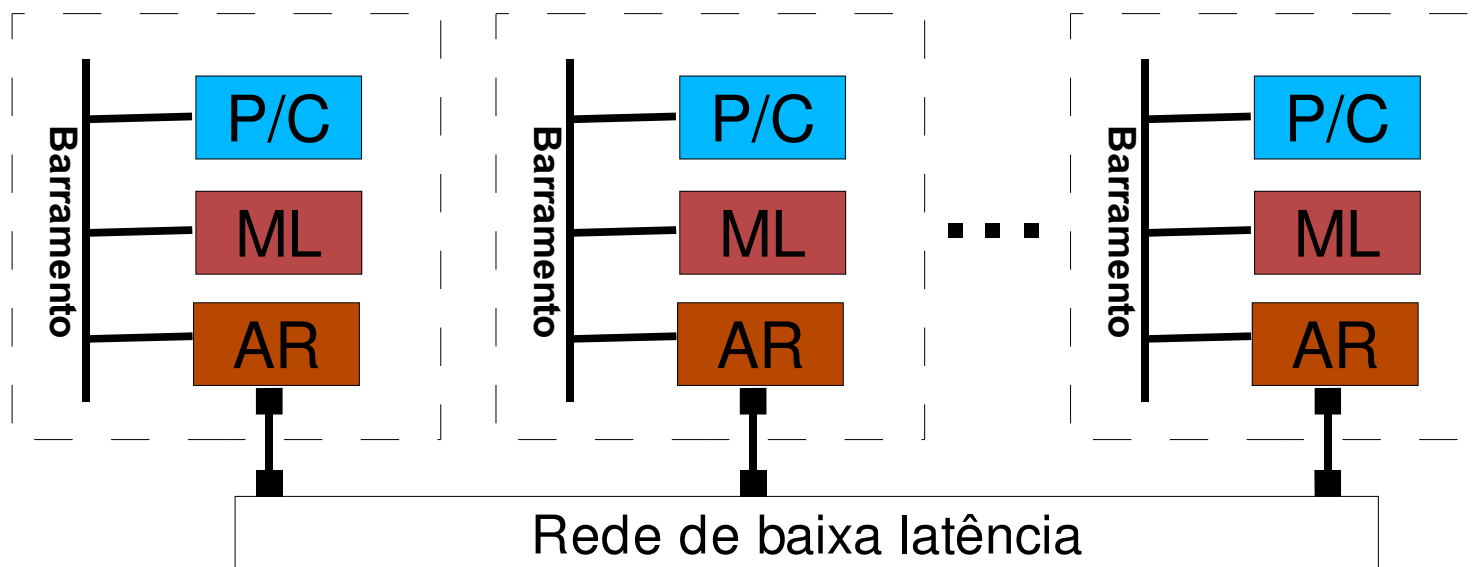
UMA

Acesso ao barramento (e memória) igual para todos os processadores – Simétricos.  
Coerência de cache: snoopy (processos monitorando barramento para verificar acesso de escrita na memória)  
Paradigma de programação por compartilhamento de memória.

Ex.: IBM R50, SGI Power Challenge, SUN Ultra Enterprise 10000

# Máquinas Paralelas

## Máquinas Maciçamente Paralelas MPP



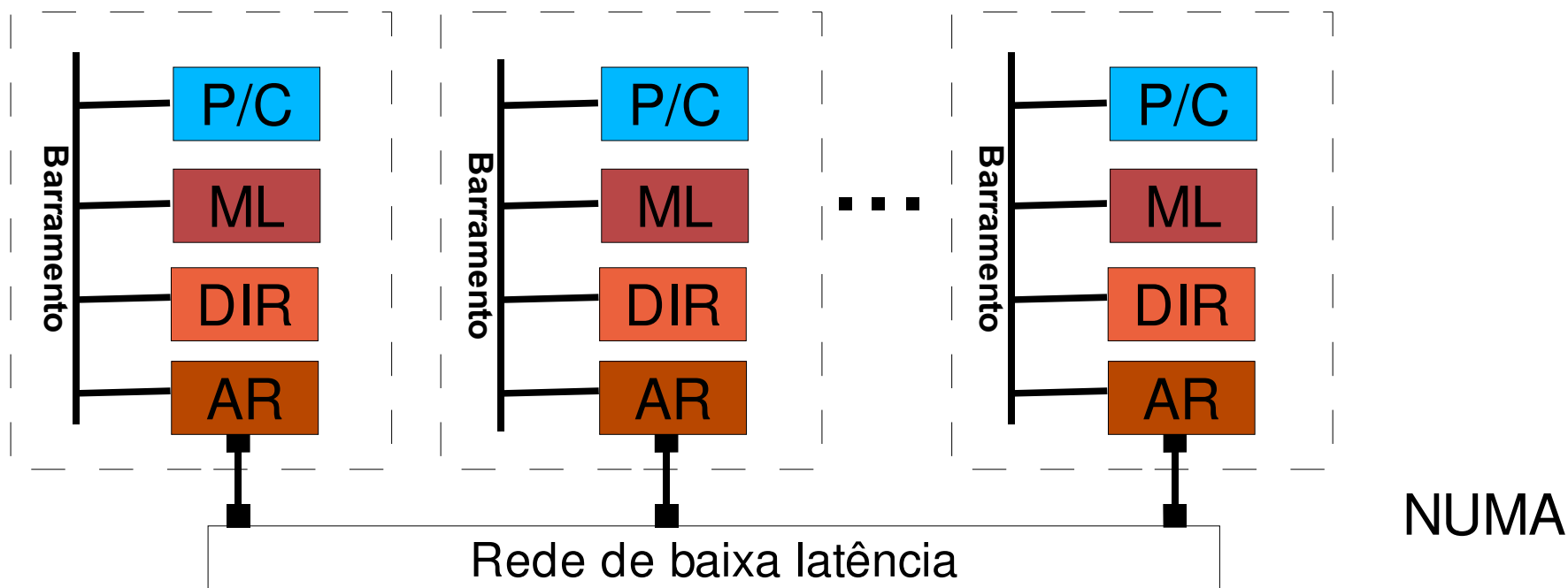
Memória local: altamente escaláveis.

Paradigma de programação: troca de mensagens

Ex.: Intel Paragon, Connection Machine CM-5 e IBM-SP2

# Máquinas Paralelas

## Máquinas com Memória Compartilhada Distribuída DSM

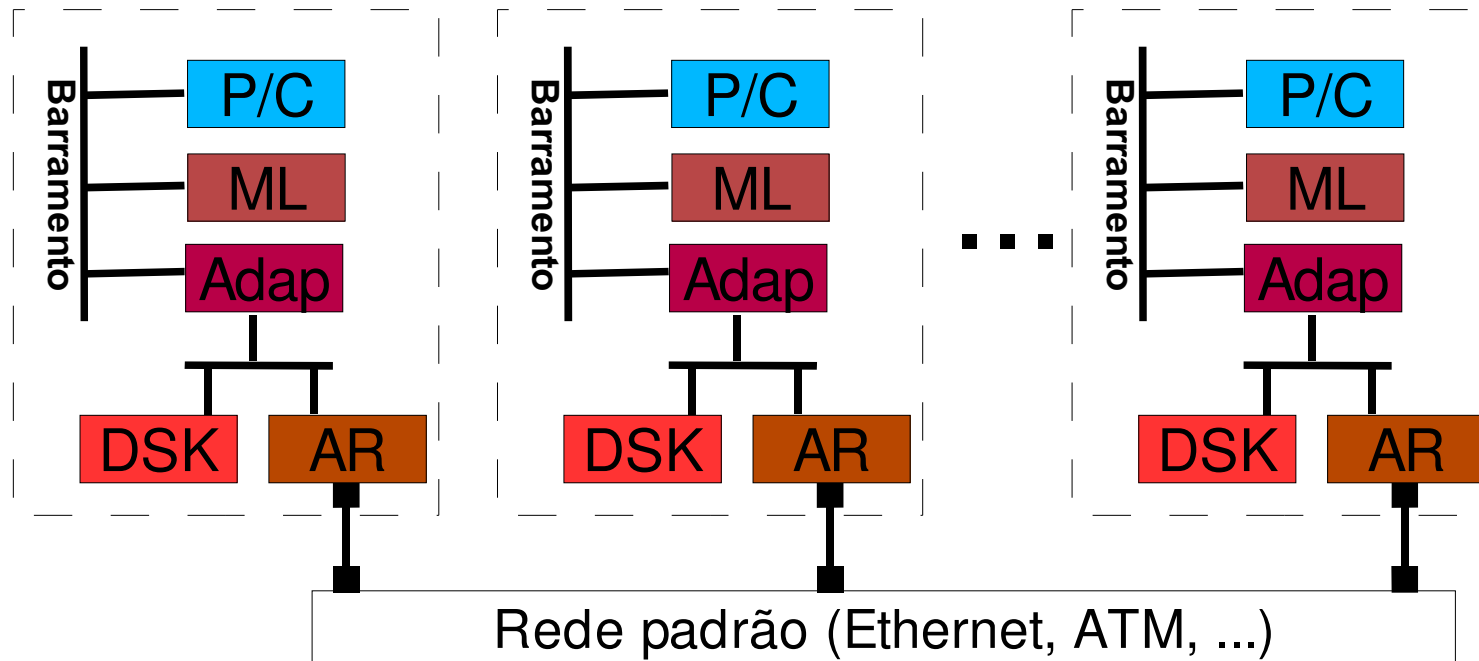


Memória acessível por todos os processadores. Pode ser construída a partir de uma NUMA ou de uma NORMA. Como ou sem coerência de cache.  
Paradigma de programação por memória compartilhada.

Ex.: Stanford DASH, Cray T3D, simulação por TreadMarks

# Máquinas Paralelas

## Rede de Estações de Trabalho NOW



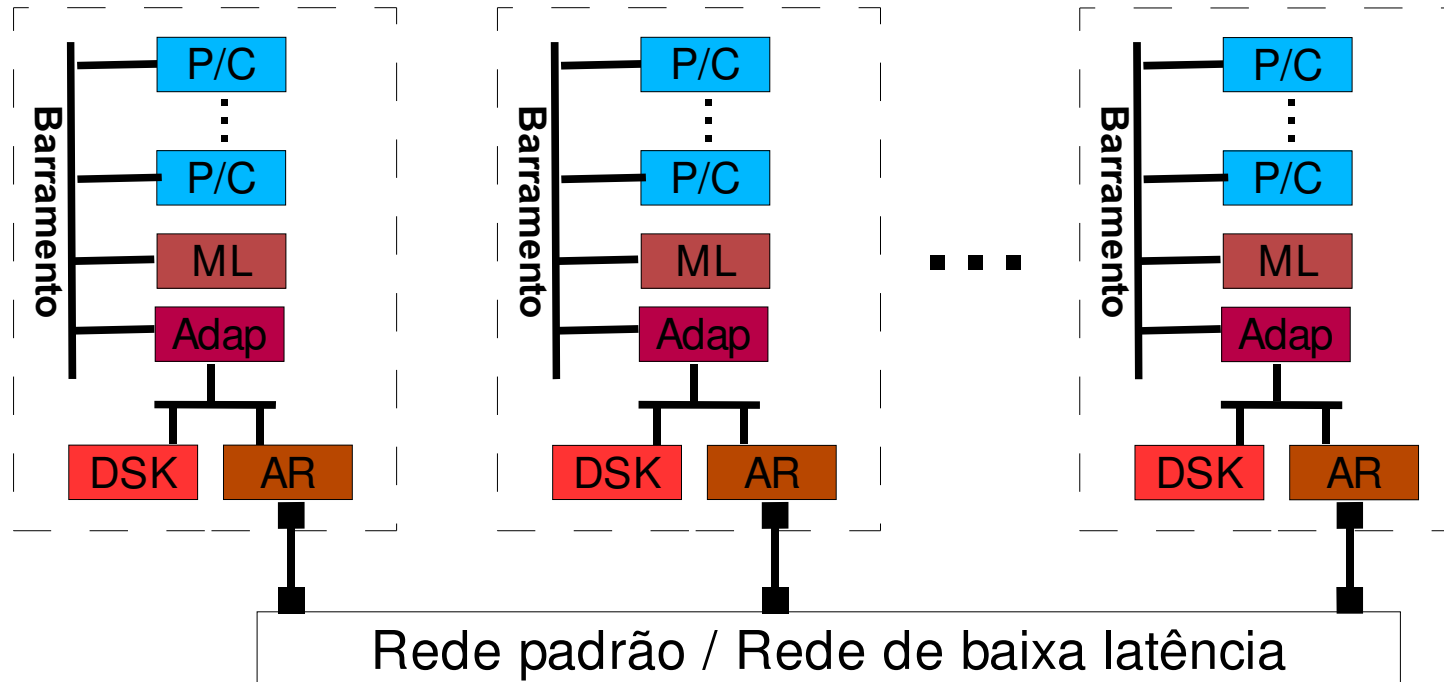
Estações de trabalhos ligadas por uma rede. Baixo custo (nenhum...). Uso de redes padrão ou rdes de baixa latência.

Paradigma de programação: troca de mensagens.

Ex.: Qualquer grupo de PCs em rede (Ethernet 10/100/1000,...).

# Máquinas Paralelas

## Aglomerado de Computadores COW



NORMA

Otimização de NOWs para processamento. Melhores nodos, melhor rede de comunicação. Normalmente menores. Variante: Constelações.

Paradigma de programação: troca de mensagens / comp. de memória.

Ex.: Nosso/Gigabit Ethernet, ICluster/Fast Ethernet (Grenoble), PC<sup>2</sup>/SCI (Paderborn)  
Amazônia/Myrinet (PUCRS)

# Máquinas Paralelas

## Sumário

Tipo	PVP	SMP	MPP	DSM	NOW	COW
Estrutura	MIMD					
Comunicação	Memória Compartilhada		Troca de Mensagens			
Interconexão	Crosbarr	Bar/cross	Rede Específica		Rede comum	Rede rápida
Nodos	+/- 10	+/- 50	100 a 5000	10 a 1000	4 a 5000	4 a 1000
Endereçamento	Único		Múltiplo	Único	Múltiplo	
Processador	Específico	Comum		Ambos	Comum	
Acesso Memo	UMA		NORMA			

# Máquinas Paralelas

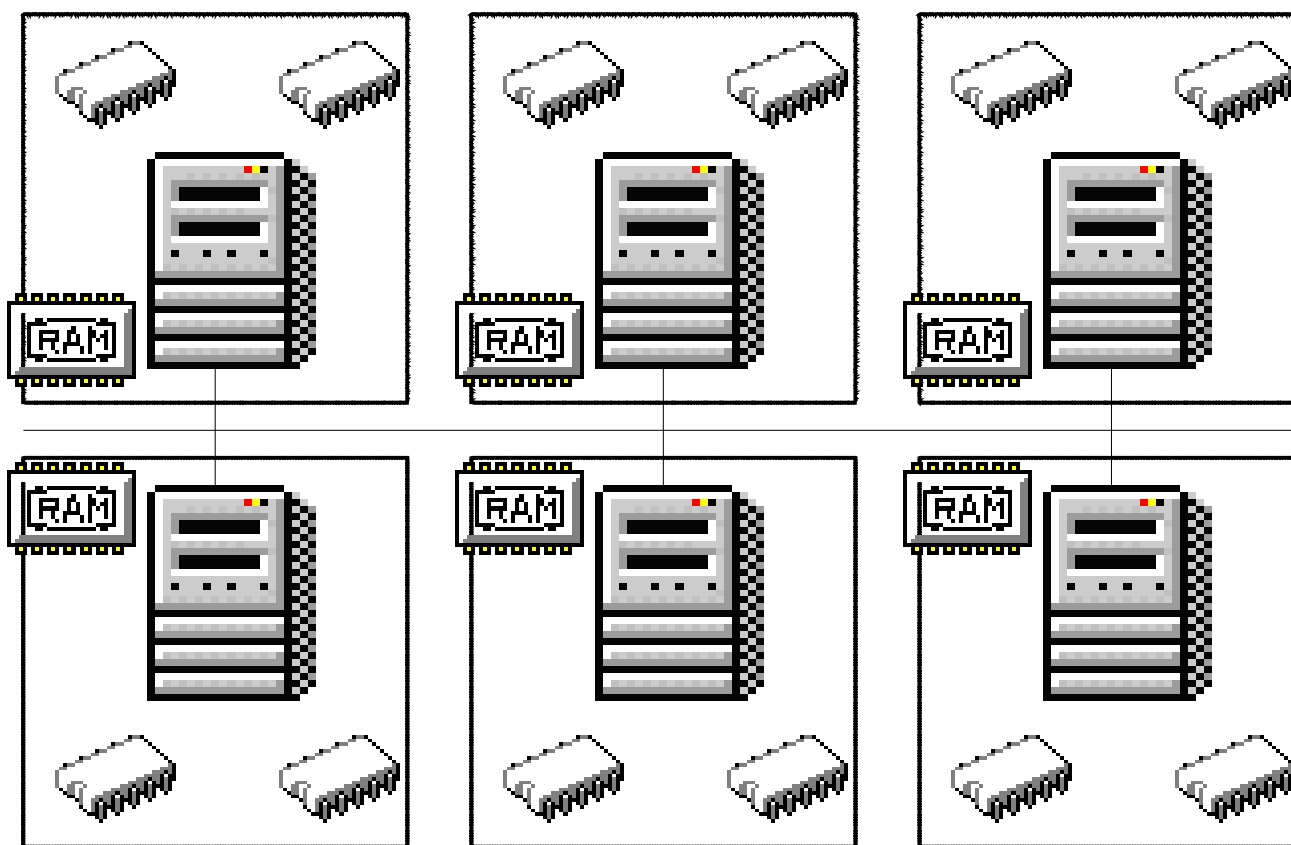
## TOP 500

- Ranking das máquinas mais potentes.

	Nov/05	Jun/05	Jun/04	Nov/03	Jun/03	Nov/02	Jun/95	Jun/93
MPP	104	79	86	165	211	195	314	121
Cluster	360	305	291	208	149	93	33	—
Const.	36	117	123	127	140	205	113	—
SMP	—	—	—	—	—	6	40	251
Mono P.	—	—	—	—	—	—	—	93
SIMD	—	—	—	—	—	—	—	35

# Aglomerado de Computadores

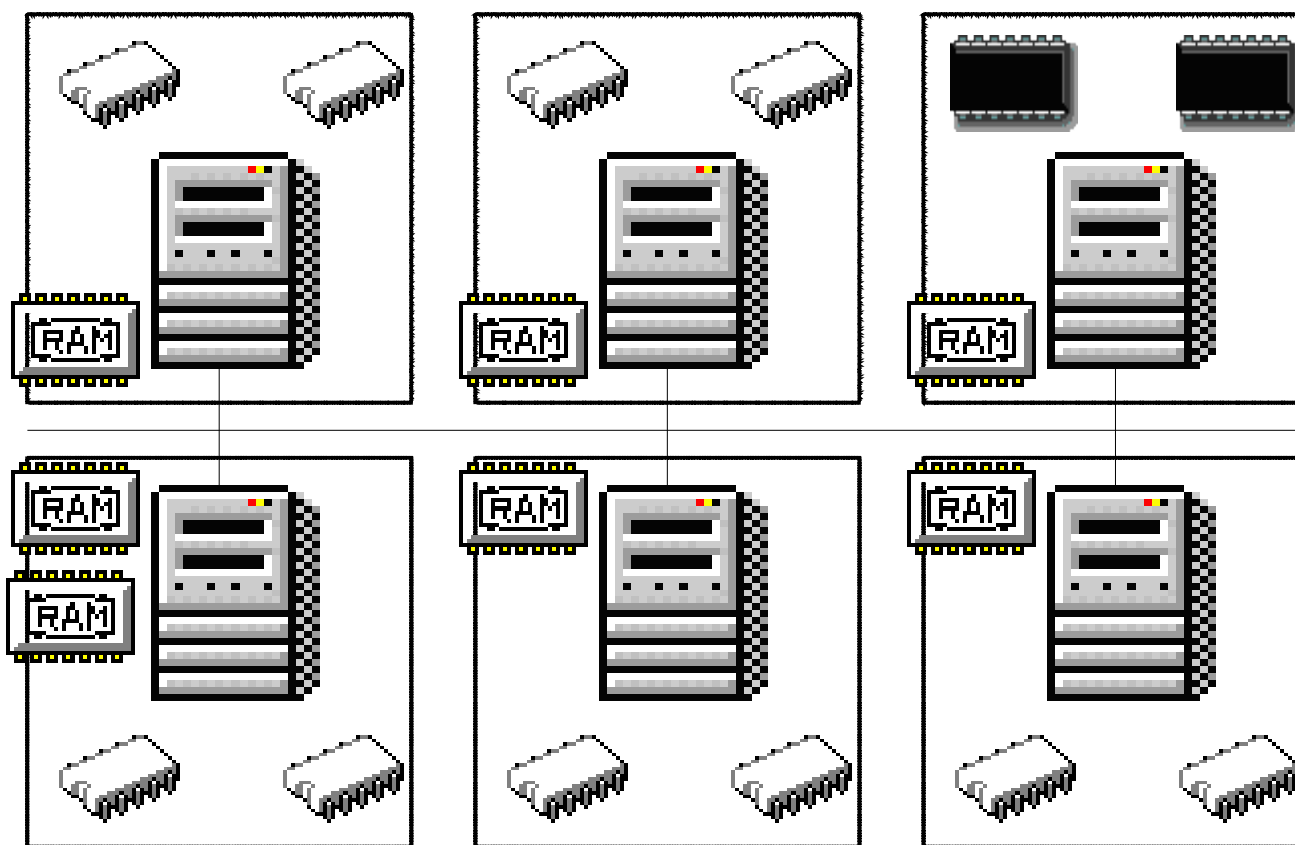
Dois níveis de memória





# Aglomerado de Computadores

Dois níveis de memória

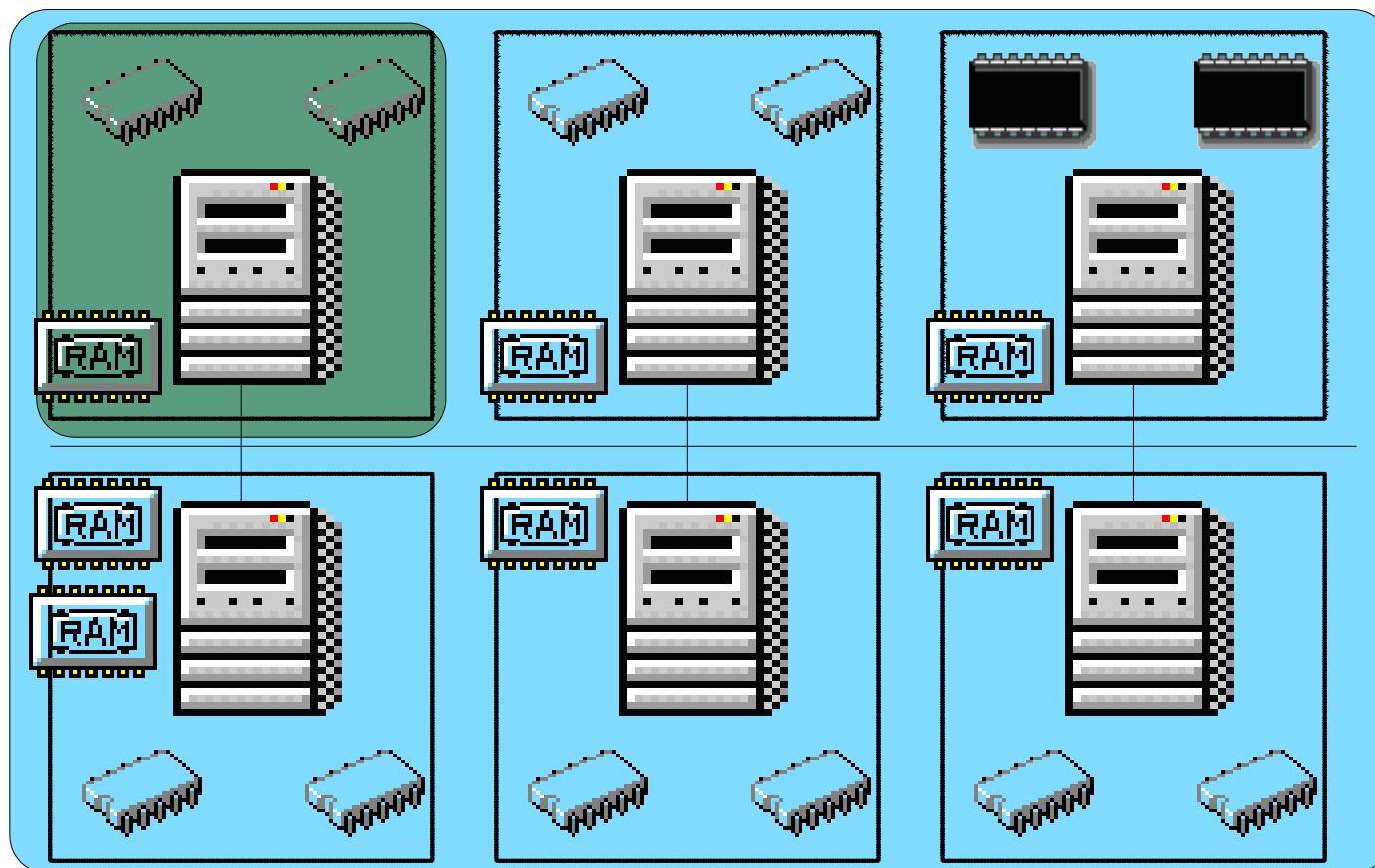


# Aglomerado de Computadores

Dois níveis de memória

Intra nó

Intre nós



# Aglomerado de Computadores

- Formas de Exploração
  - Intra nó
    - Múltiplos fluxos de execução
    - Compartilhamento de memória
  - Entre nós
    - Múltiplos fluxos de execução
    - Acesso a dado remoto

# Aglomerado de Computadores

- Formas de Exploração
  - Intra nó
    - Múltiplos fluxos de execução
    - Compartilhamento de memória
    - Multithread
    - Thread POSIX
  - Entre nós
    - Múltiplos fluxos de execução
    - Acesso a dado remoto
    - Troca de mensagens
    - MPI

# Aglomerado de Computadores

- Programação
  - Modelo SPMD – Single Program, Multiple Data
    - Vários processos pesados executando um mesmo programa com conjunto de dados distintos
      - Em um dado momento dois processos podem estar executando trechos de código completamente diferentes
  - Compartilhamento de dados:

