

# MAC 412 Organização de Computadores

Agosto de 2005

## Estado da Arte da Computação de Alto Desempenho

**Siang Wun Song**

Universidade de São Paulo



# Evolução da Computação

- Os primeiros processadores (como o Mark I) tinham ciclos da ordem de 0.5 segundos
- Processador hoje: vários GHz - menos de um nanosegundo de ciclo
- Processador de hoje é 1.000.000.000 vezes mais rápido
- Computação paralela usa um grande número de processadores, aumentando mais ainda o poder computacional.
- Veremos a sua evolução através da lista TOP500.



# Computação de Alto Desempenho

Medida de desempenho:

1 FLOPS = uma operação ponto flutuante por segundo

- KFLOPS =  $2^{10}$  = aprox. 1.000 op/s
- MFLOPS =  $2^{20}$  = aprox. 1.000.000 op/s
- GFLOPS =  $2^{30}$  = aprox. 1.000.000.000 op/s
- TFLOPS =  $2^{40}$  = aprox. 1.000.000.000.000 op/s



# Lista TOP500

Lista dos 500 computadores mais poderosos do mundo

- Divulgada duas vezes por ano: em junho e novembro
- Interesse tanto para fabricantes como para compradores potenciais
- Benchmark: LINPACK - um sistema linear de 1000 equações a 1000 incógnitas.
- Computadores com melhor desempenho LINPACK entram na lista
- Muito material é disponível no site:  
<http://www.top500.org/>



# Primeiro Colocado

O computador mais veloz do mundo (em junho/2005):

- IBM BlueGene
- 65.536 processadores
- (pode chegar a 113.072 processadores)
- LINPACK: 136,8 TFLOPS
- Velocidade pico: 183,5 TFLOPS
- Tecnologia CMOS de 0,25 micron



# Primeiro Colocado

O computador mais veloz do mundo (em junho/2005):

- IBM BlueGene
- 65.536 processadores
- (pode chegar a 113.072 processadores)
- LINPACK: 136,8 TFLOPS
- Velocidade pico: 183,5 TFLOPS
- Tecnologia CMOS de 0,25 micron

Em novembro/2005 sai uma nova TOP500 e tudo pode mudar :-)



# Três Brasileiros na TOP500

- Todos da Petrobrás
- Posição 95 - IBM xSeries Cluster Xeon 3.06GHz  
1024 processadores (3,755 TFLOPS Linpack)
- Posição 97 - Beowulf Cluster HP Xeon 3,06 GHz  
1.300 processadores (3,739 TFLOPS Linpack)
- Posição 118 - Beowulf Cluster HP Xeon 3,06 GHz  
1.008 processadores (2,992 TFLOPS Linpack)
- Posição 208 - IBM BladeCenter Xeon 3.2GHz  
512 processadores (1,922 TFLOPS Linpack)



# Três Brasileiros na TOP500

- Todos da Petrobrás
- Posição 95 - IBM xSeries Cluster Xeon 3.06GHz  
1024 processadores (3,755 TFLOPS Linpack)
- Posição 97 - Beowulf Cluster HP Xeon 3,06 GHz  
1.300 processadores (3,739 TFLOPS Linpack)
- Posição 118 - Beowulf Cluster HP Xeon 3,06 GHz  
1.008 processadores (2,992 TFLOPS Linpack)
- Posição 208 - IBM BladeCenter Xeon 3.2GHz  
512 processadores (1,922 TFLOPS Linpack)

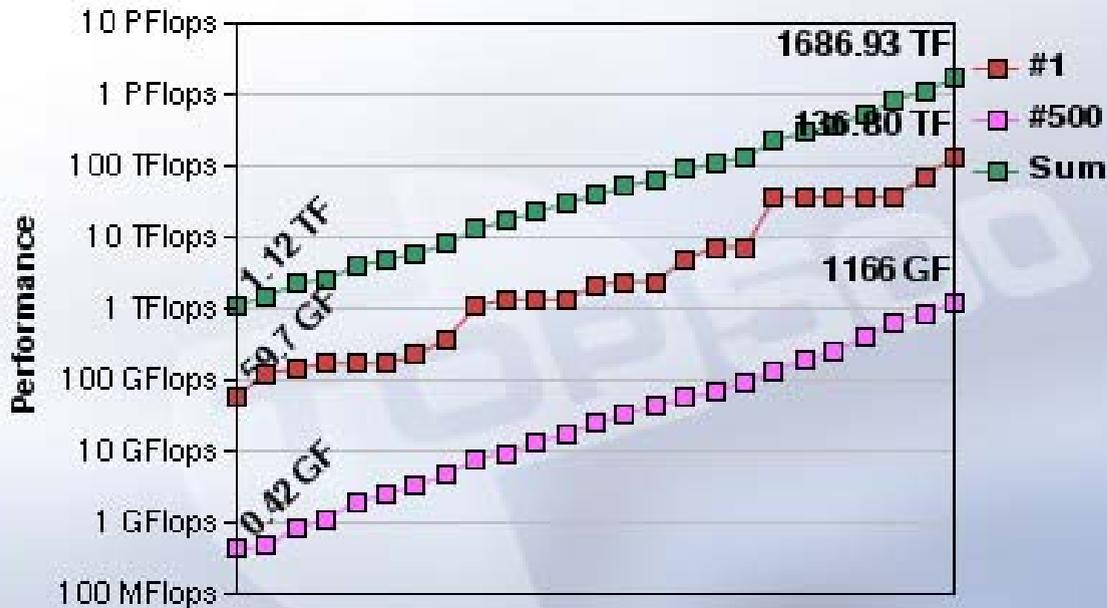
Para entrar na lista TOP500, o último colocado apresenta 1,166 TFLOPS Linpack.





A USP vai tentar adquirir um cluster SUN com mais de 600 processadores. Deverá entrar na TOP500 em novembro de 2005 ou junho de 2006 :-)





# Perguntas

- Pergunta: O que vem depois de TFLOPS?



# Perguntas

- Pergunta: O que vem depois de TFLOPS?

Resposta: **PFLOPS** (Peta Flops)

1 PFLOPS =  $2^{50}$  = aprox. 1.000.000.000.000.000 op/s



# Perguntas

- Pergunta: O que vem depois de TFLOPS?

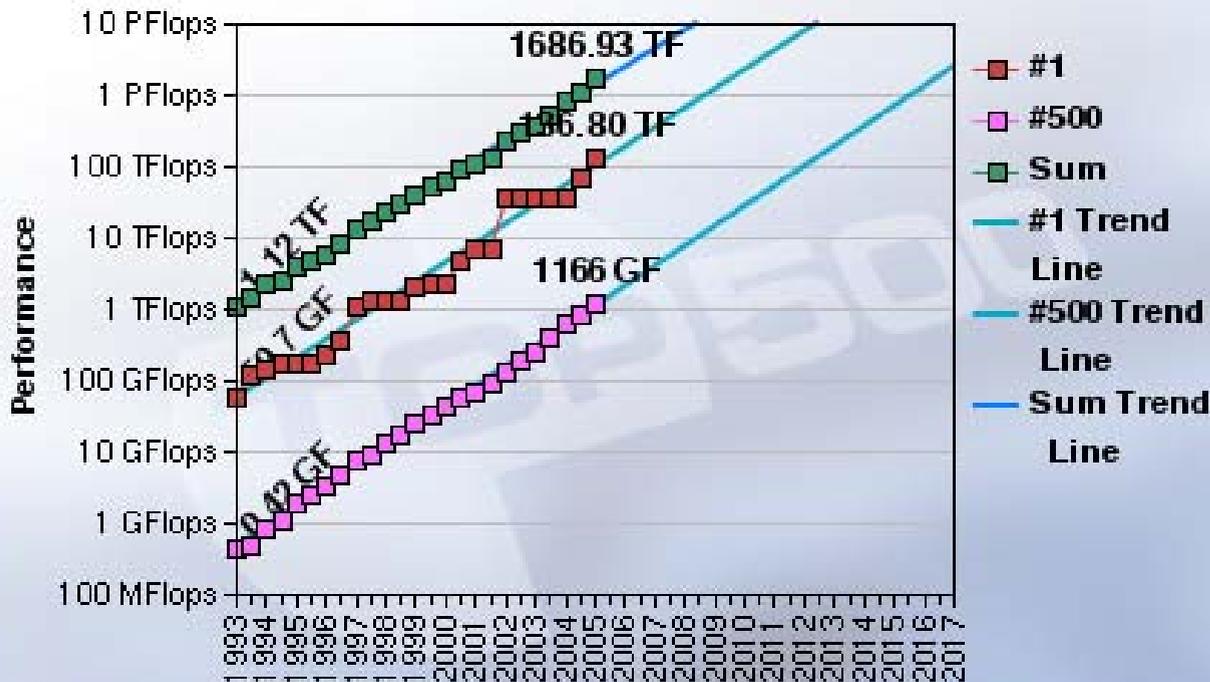
Resposta: **PFLOPS** (Peta Flops)

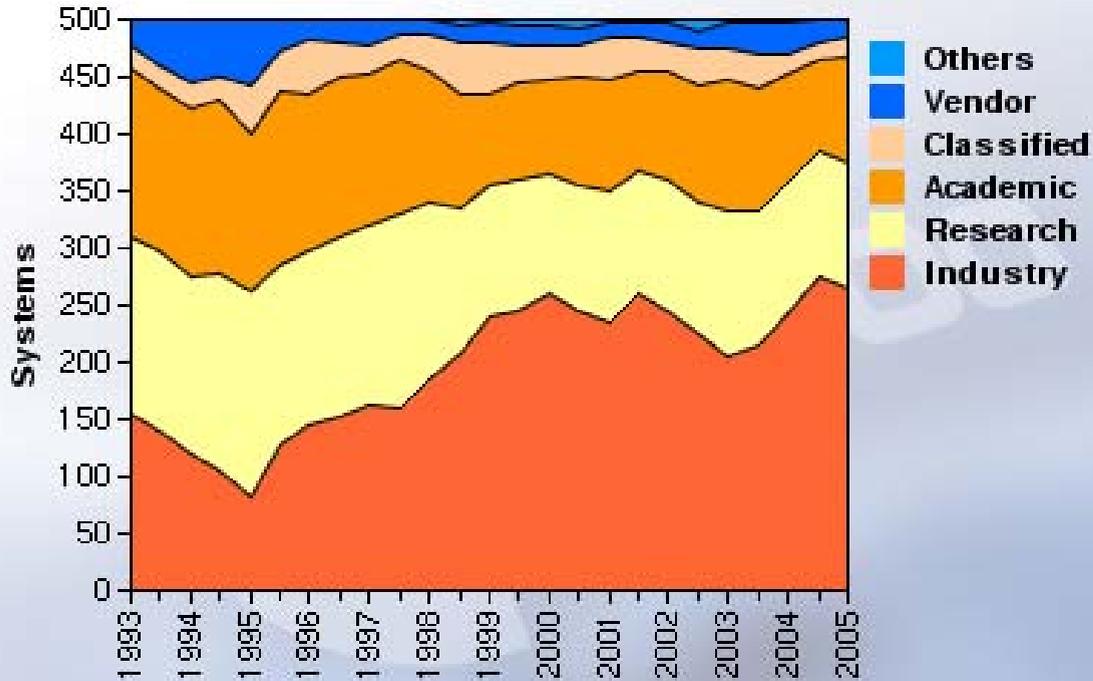
1 PFLOPS =  $2^{50}$  = aprox. 1.000.000.000.000.000 op/s

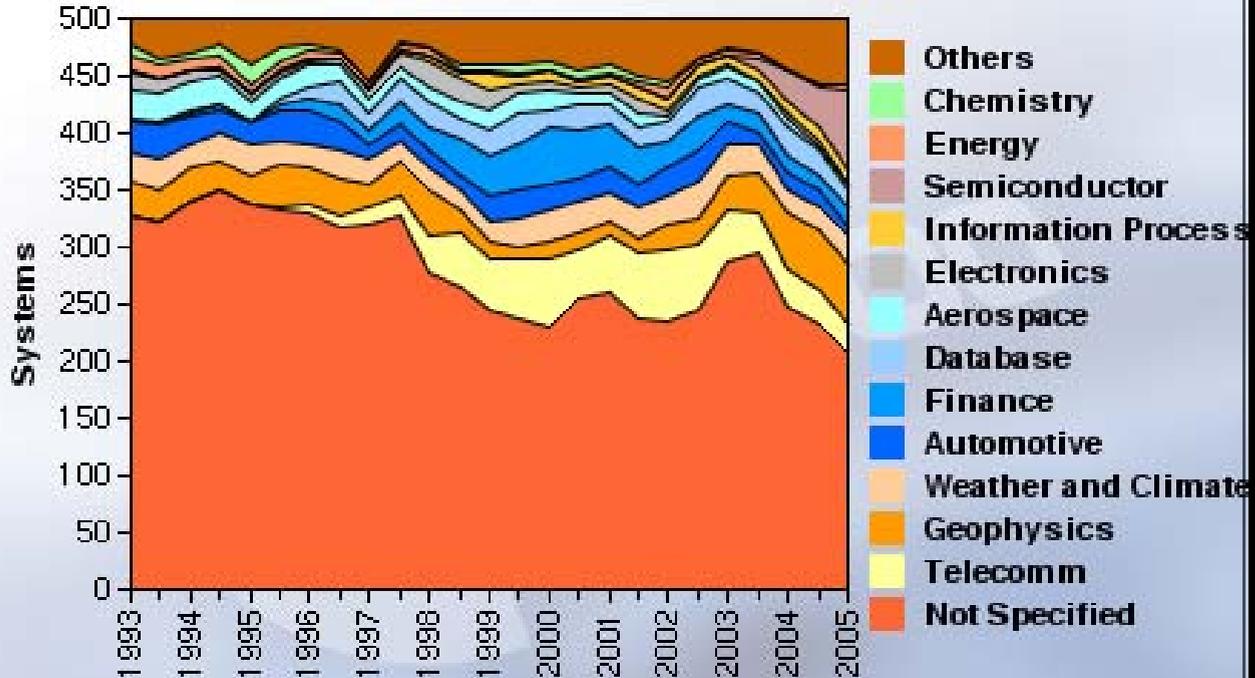
## Previsão do Futuro

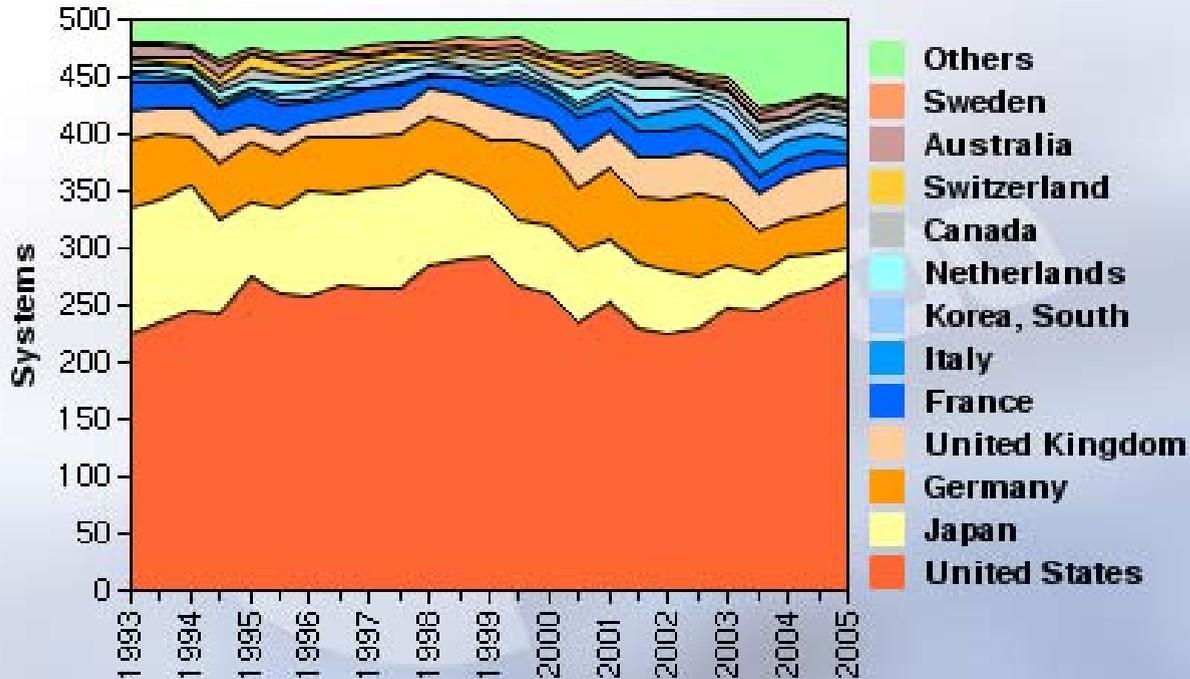
- Pergunta: Em que ano teremos computadores de desempenho de PFLOPS?







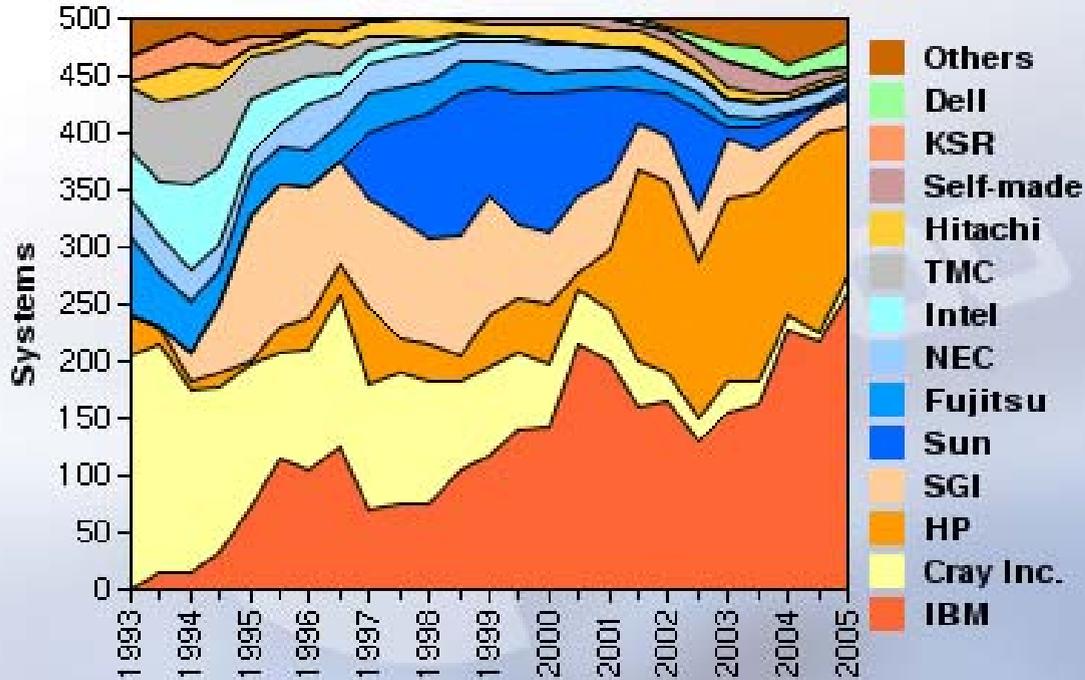




# Evolução das Fabricantes

- Área de alta competição.
- Difícil prever qual melhor rumo a seguir.
- Algumas empresas permanecem; outras não.

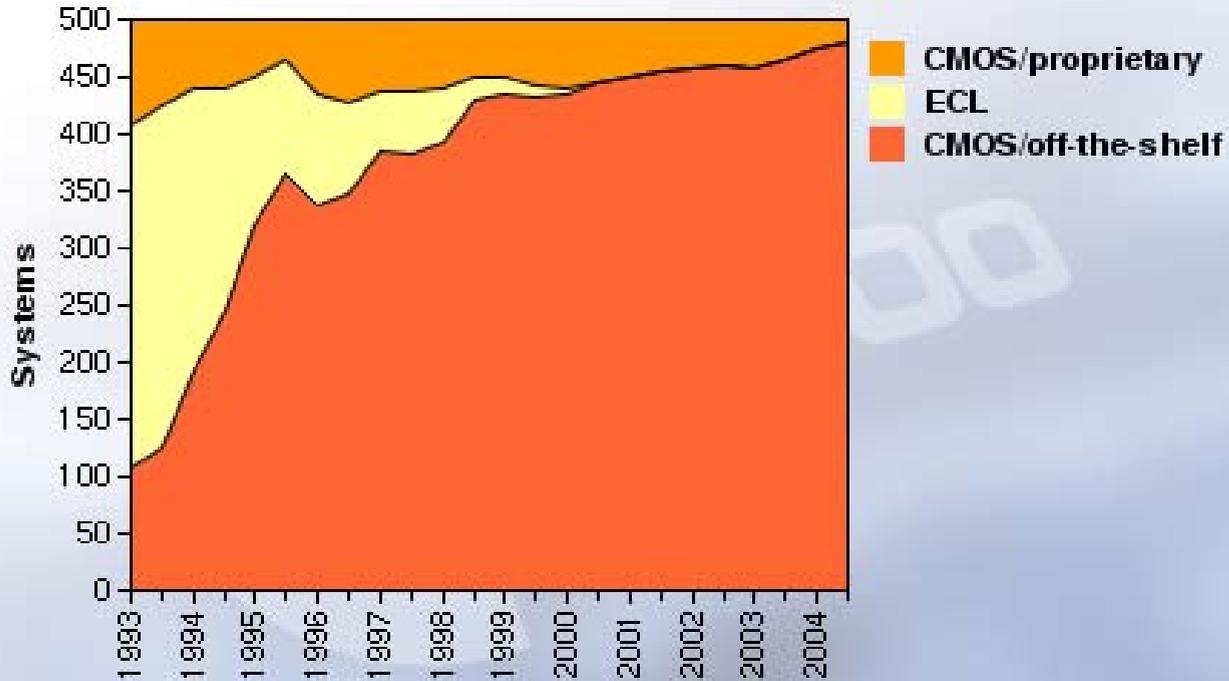




# Tecnologia de fabricação

- **ECL** - *Emitter Coupled Logic*: rápida e de alto custo.
- **Tecnologia MOS** - *Metal Oxide Semiconductor*.
  - Primeiros processadores de PCs (e.g. Z80): **NMOS**.
  - Hoje: **CMOS**.

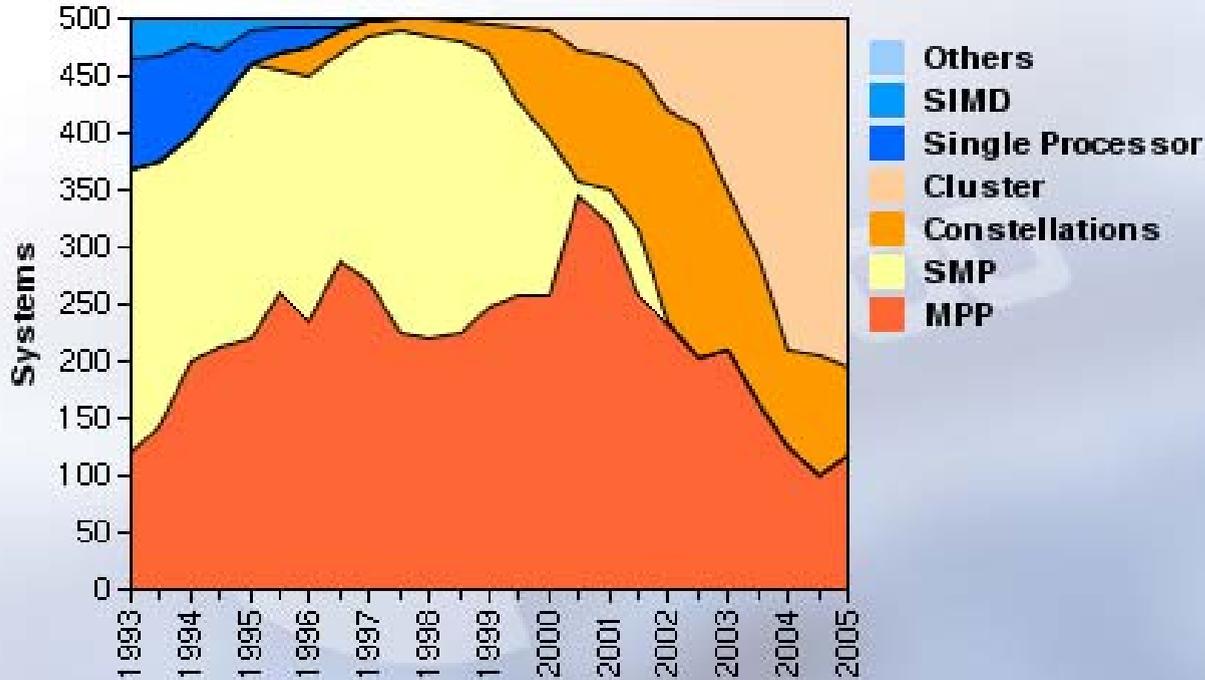


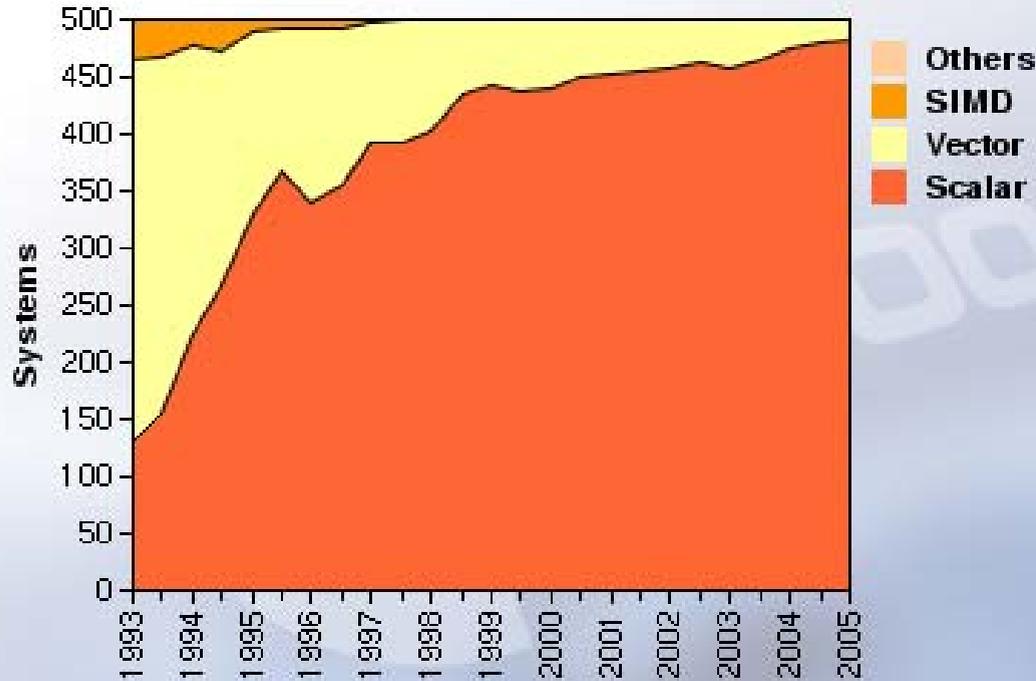


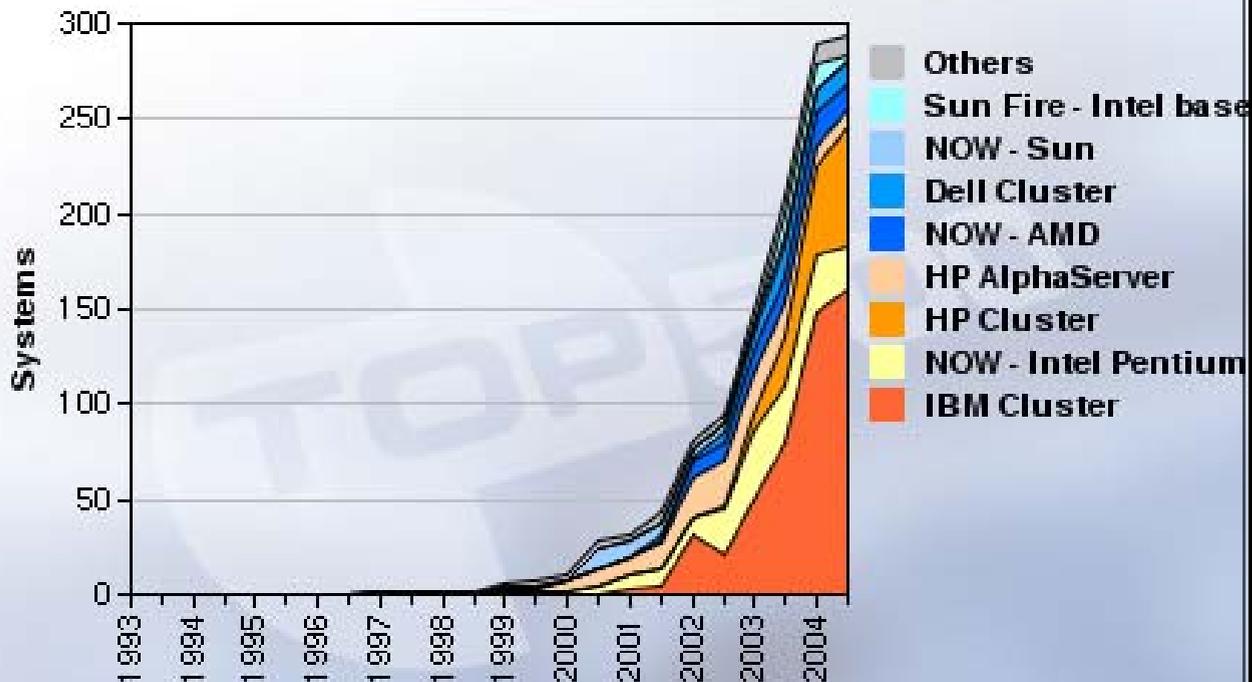
# Arquitetura de Computador

- Um só processador.
- SMP - Symmetric Multi Processor.
- MPP - Massively Parallel Processor.
- SIMD - Single Instruction Multiple Data.
- Cluster - Network of Workstations.
- Constelation - “cluster of clusters”.









# Observações

- Computação de alto desempenho caminha para a computação paralela.
- A tecnologia usada é a CMOS.
- Fabricantes enfrentam alta competição.
- Algumas arquiteturas são mais adequadas para numerosos processadores.
- O novo lugar na lista TOP500 dos *Clusters* (296 em 500 são clusters).



# Observações

- Computação de alto desempenho caminha para a computação paralela.
- A tecnologia usada é a CMOS.
- Fabricantes enfrentam alta competição.
- Algumas arquiteturas são mais adequadas para numerosos processadores.
- O novo lugar na lista TOP500 dos *Clusters* (296 em 500 são clusters).

Não obstante a rápida evolução do hardware, a grande dificuldade está no desenvolvimento de algoritmos para explorar efetivamente o potencial computacional.

