

Computação de Alto Desempenho na Ótica da Lista TOP500

ou

(Se um computador já é rápido, imaginem um
sistema com 131.072 computadores :-)

MAC 412- Organização de Computadores

- Siang W. Song

Fonte: <http://www.top500.org/>

Evolução da Computação

- Os primeiros processadores (como o Mark I) tinham ciclos da ordem de alguns 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 na ótica da lista TOP500.

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 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/>

O Primeiro Colocado

O computador mais veloz do mundo (em junho/2006):

- IBM BlueGene (DOE)
- 131.072 processadores
- LINPACK: 280,6 TFLOPS
- Velocidade pico: 367 TFLOPS
- Tecnologia CMOS de 0,25 micron

Em novembro/2006 sai uma nova TOP500 e tudo pode mudar :-)

O computador mais veloz do mundo (em junho/2006):

- IBM BlueGene (DOE)
- 131.072 processadores
- LINPACK: 280,6 TFLOPS
- Velocidade pico: 367 TFLOPS
- Tecnologia CMOS de 0,25 micron

Em novembro/2006 sai uma nova TOP500 e tudo pode mudar :-)

Quatro Brasileiros na TOP500 de junho/2006

- Posição 171 (Petrobrás) - Cluster IBM xSeries Xeon 3.06GHz 1024 processadores (3,755 TFLOPS Linpack)
- Posição 173 (Petrobrás) - Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.300 processadores (3,739 TFLOPS Linpack)
- Posição 279 (Petrobrás)- Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.008 processadores (2,992 TFLOPS Linpack)
- Posição 374 (PGS - Petroleum Geo-Services) - IBM BladeCenter Opteron 2.0GHz Duo core 1232 processadores (1,232 TFLOPS Linpack)

Para entrar na lista TOP500, o último colocado apresenta 2,026 TFLOPS Linpack.

A USP está comprando um cluster SUN com mais de 600 processadores. Poderá entrar na TOP500 em novembro de 2006 :-)

Quatro Brasileiros na TOP500 de junho/2006

- Posição 171 (Petrobrás) - Cluster IBM xSeries Xeon 3.06GHz 1024 processadores (3,755 TFLOPS Linpack)
- Posição 173 (Petrobrás) - Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.300 processadores (3,739 TFLOPS Linpack)
- Posição 279 (Petrobrás)- Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.008 processadores (2,992 TFLOPS Linpack)
- Posição 374 (PGS - Petroleum Geo-Services) - IBM BladeCenter Opteron 2.0GHz Duo core 1232 processadores (1,232 TFLOPS Linpack)

Para entrar na lista TOP500, o último colocado apresenta 2,026 TFLOPS Linpack.

A USP está comprando um cluster SUN com mais de 600 processadores. Poderá entrar na TOP500 em novembro de 2006 :-)

Quatro Brasileiros na TOP500 de junho/2006

- Posição 171 (Petrobrás) - Cluster IBM xSeries Xeon 3.06GHz 1024 processadores (3,755 TFLOPS Linpack)
- Posição 173 (Petrobrás) - Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.300 processadores (3,739 TFLOPS Linpack)
- Posição 279 (Petrobrás)- Cluster HP Xeon 3,06 GHz 1.008 processadores (2,992 TFLOPS Linpack)
- Posição 374 (PGS - Petroleum Geo-Services) - IBM BladeCenter Opteron 2.0GHz Duo core 1232 processadores (1,232 TFLOPS Linpack)

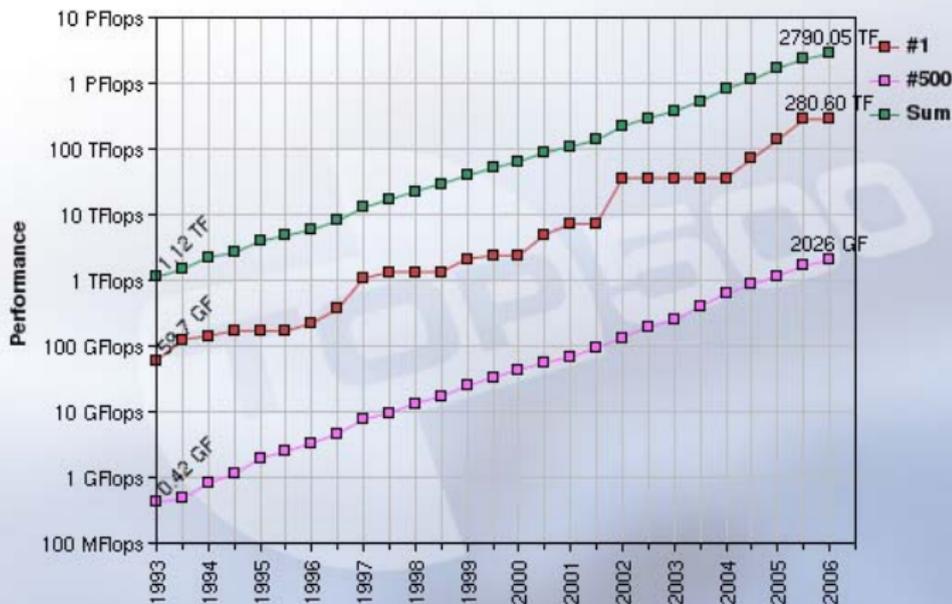
Para entrar na lista TOP500, o último colocado apresenta 2,026 TFLOPS Linpack.

A USP está comprando um cluster SUN com mais de 600 processadores. Poderá entrar na TOP500 em novembro de 2006 :-)

Desempenho ao longo do tempo



Performance Development



28/06/2006

<http://www.top500.org/>



- 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?

- 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?

- Pergunta: O que vem depois de TFLOPS?
Resposta: **PFLOPS** (Peta Flops)
1 PFLOPS = 2^{50} = aprox. 1.000.000.000.000.000 op/s

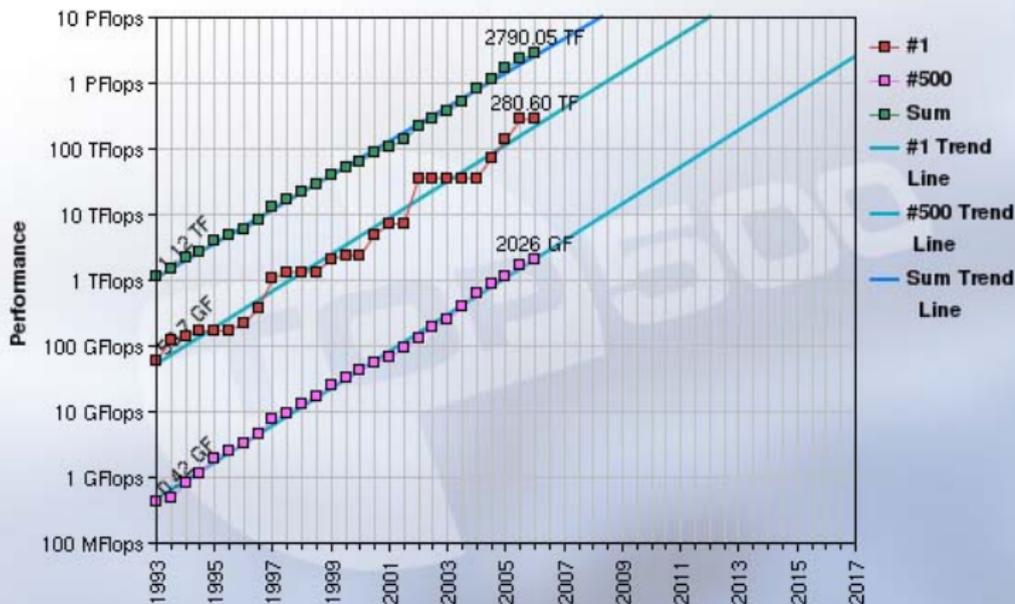
Previsão do Futuro

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

Predicção do Desempenho



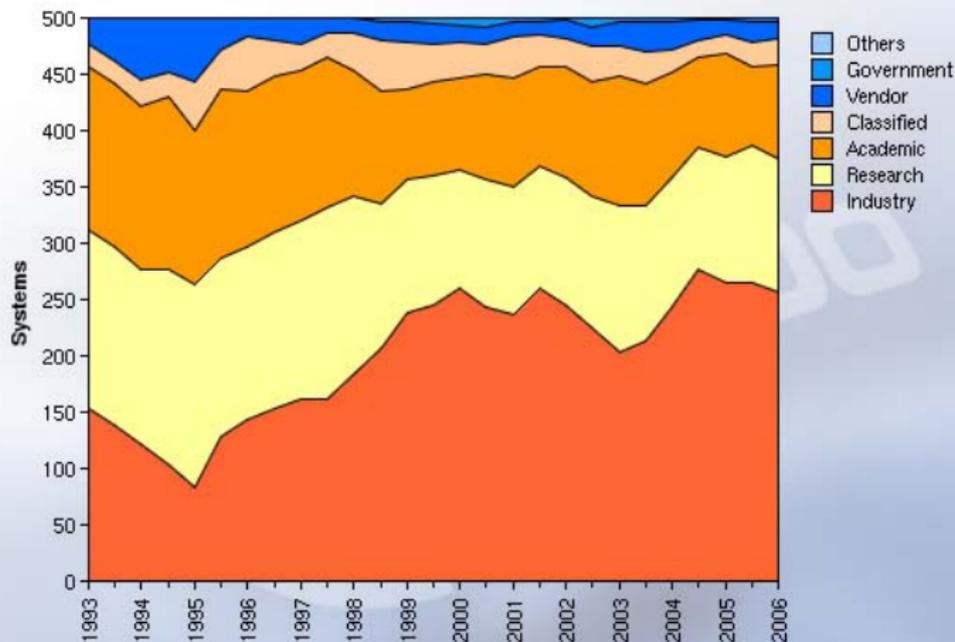
Projected Performance Development



28/06/2006

<http://www.top500.org/>



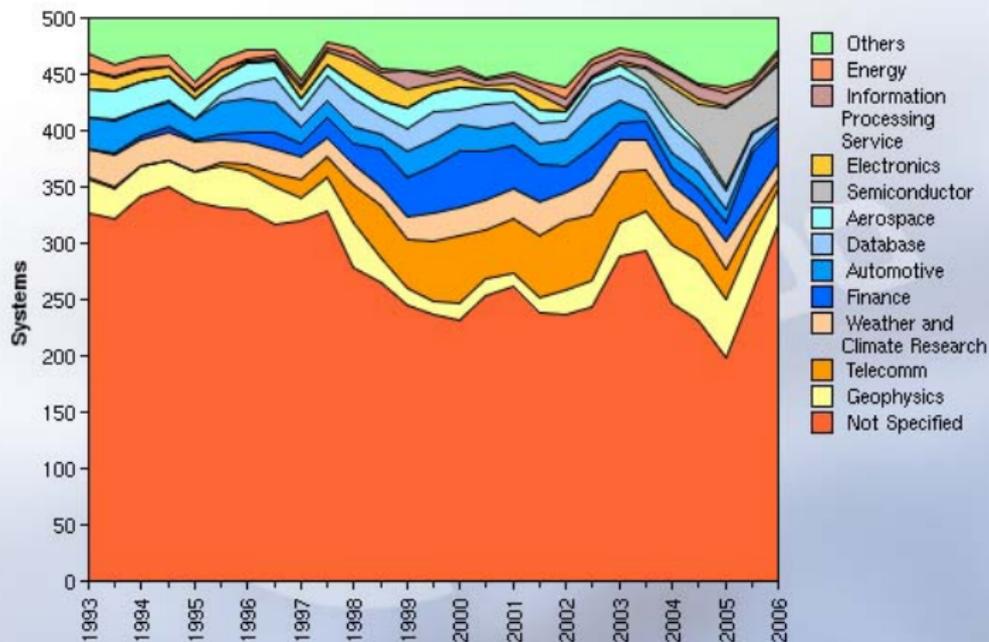


28/06/2006

<http://www.top500.org/>



Application Area / Systems



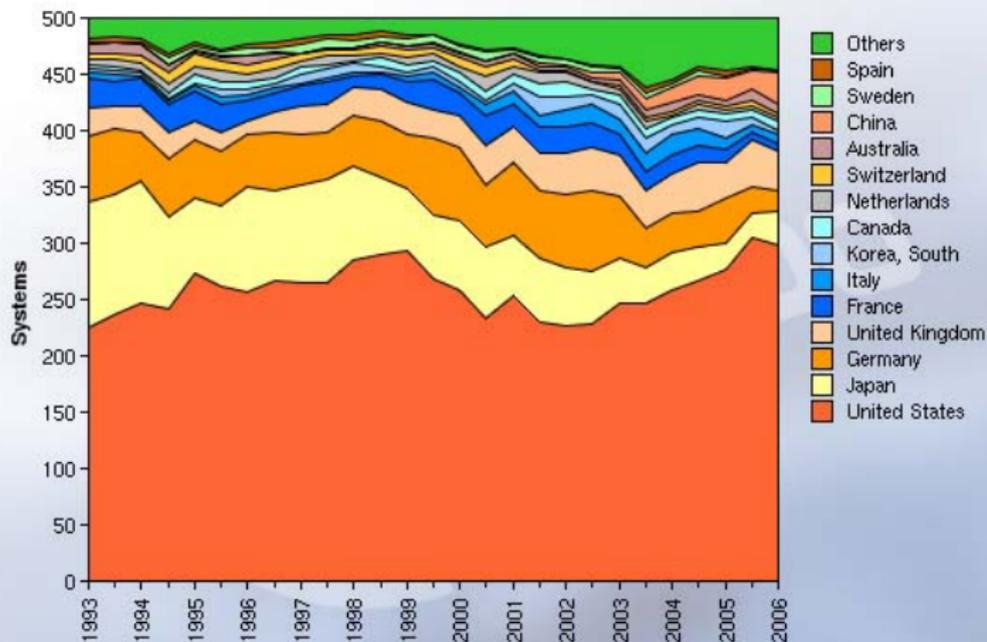
28/06/2006

<http://www.top500.org/>

Países Compradores



Countries / Systems



28/06/2006

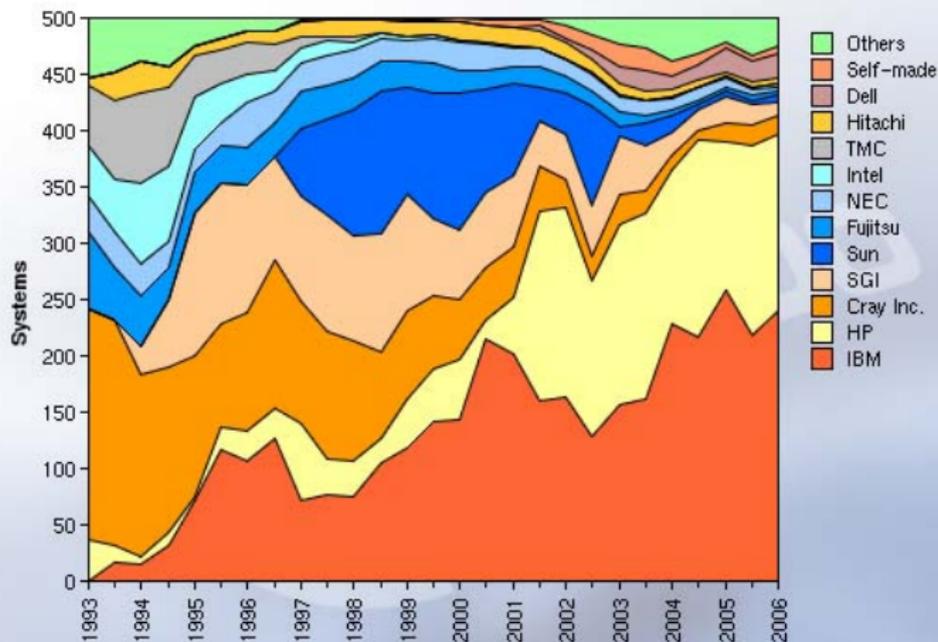
<http://www.top500.org/>



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



Manufacturer / Systems



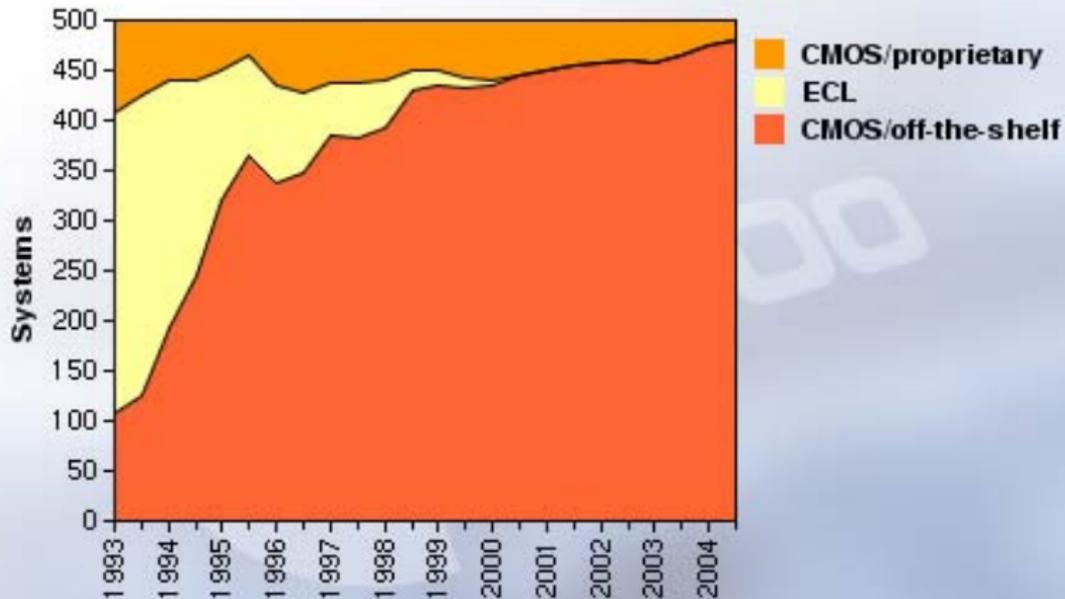
28/06/2006

<http://www.top500.org/>

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



Chip Technology / Systems



2004-11-09

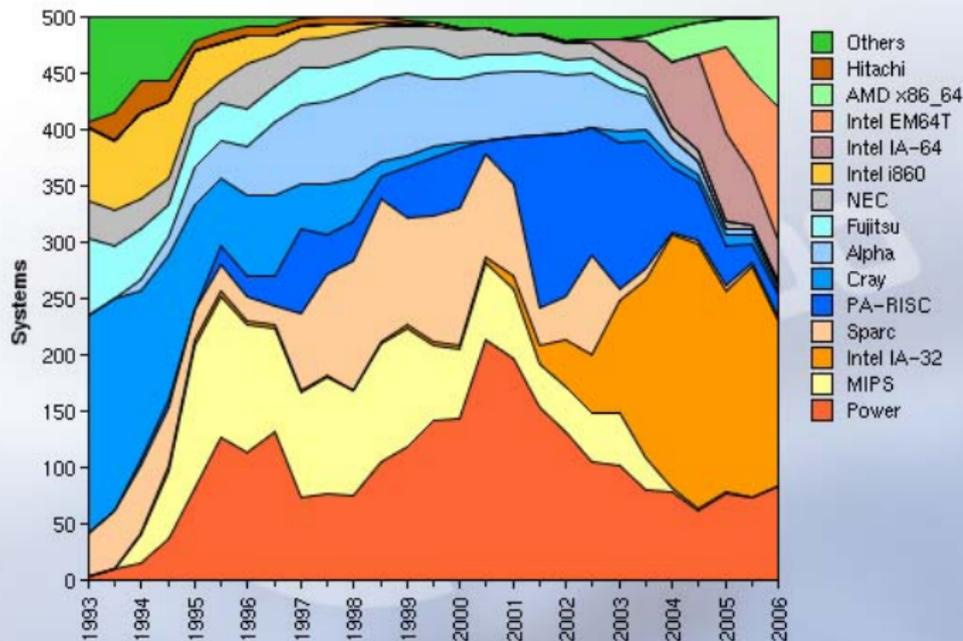
<http://www.top500.org/>

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

Família de Processadores



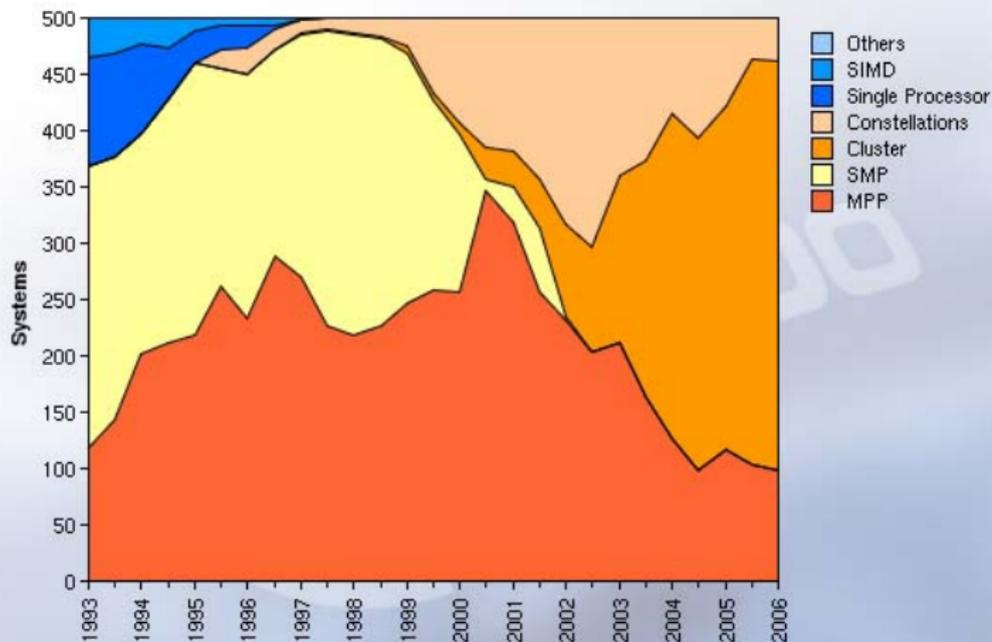
Processor Family / Systems



28/06/2006

<http://www.top500.org/>





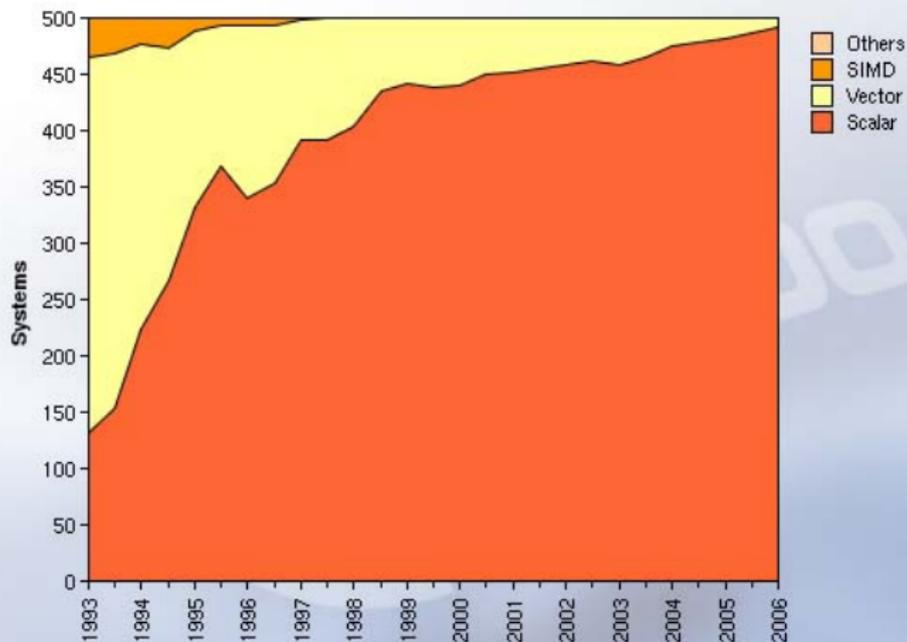
28/06/2006

<http://www.top500.org/>

Arquitetura do Processador



Processor Architecture / Systems



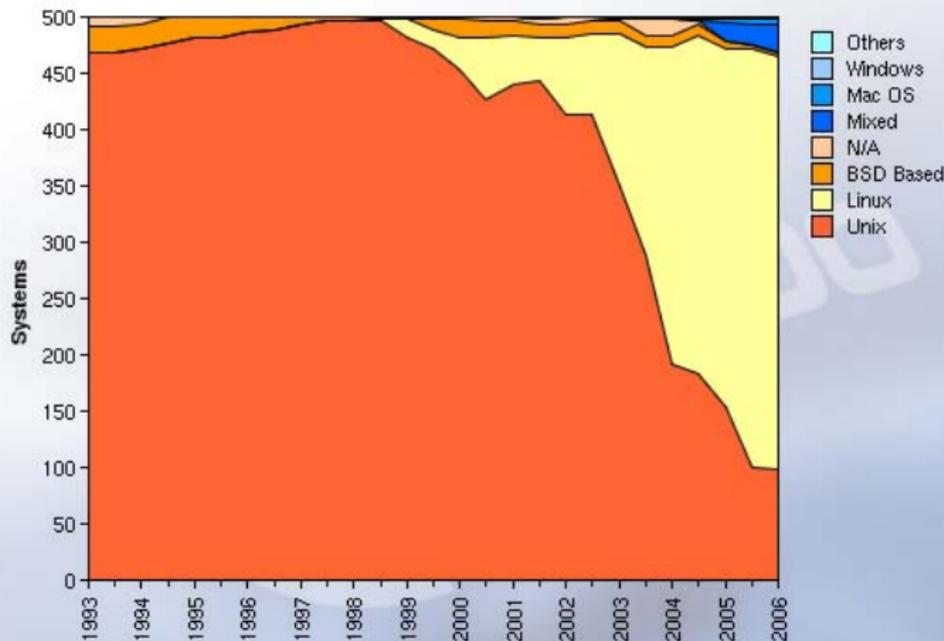
28/06/2006

<http://www.top500.org/>





Operating System / Systems



28/06/2006

<http://www.top500.org/>

- O rápido avanço em hardware então vai resolver tudo?

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

Não adianta termos 131.072 processadores, se apenas poucos fazem trabalhos úteis a cada momento.

- O rápido avanço em hardware então vai resolver tudo?

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

Não adianta termos 131.072 processadores, se apenas poucos fazem trabalhos úteis a cada momento.

- O rápido avanço em hardware então vai resolver tudo?

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

Não adianta termos 131.072 processadores, se apenas poucos fazem trabalhos úteis a cada momento.

O Vilão é a Comunicação

- Um algoritmo sequencial não gasta tempo com comunicação com outros computadores.
(Quando só voce está trabalhando, voce não fica falando sozinho :-)
- Um algoritmo paralelo, dependendo da aplicação, precisa fazer comunicação com outros computadores.
(Quando o trabalho é em grupo, em geral a comunicação se torna essencial.)
- Computador paralelo de memória distribuída: cada processador tem sua memória local.

- Granularidade fina: quando um processador faz pouca computação e depois já precisa fazer comunicação.
- Granularidade grossa: quando um processador faz muita computação antes de precisar fazer comunicação.
- Modelo de computação de granularidade grossa (Coarse-Grained Multicomputer - CGM).
- Objetivo: minimizar o número de rodadas de comunicação.

- 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).