

# Computação de Alto Desempenho: de 2000 a 2030

Siang Wun Song  
<song@ime.usp.br>

WSCAD 2014 - Painel  
São José dos Campos, 10 de outubro de 2014

# Computação de Alto Desempenho: de 2000 a 2030

Trinta anos é um período muito longo. Voltando no tempo:

- 1946: ENIAC



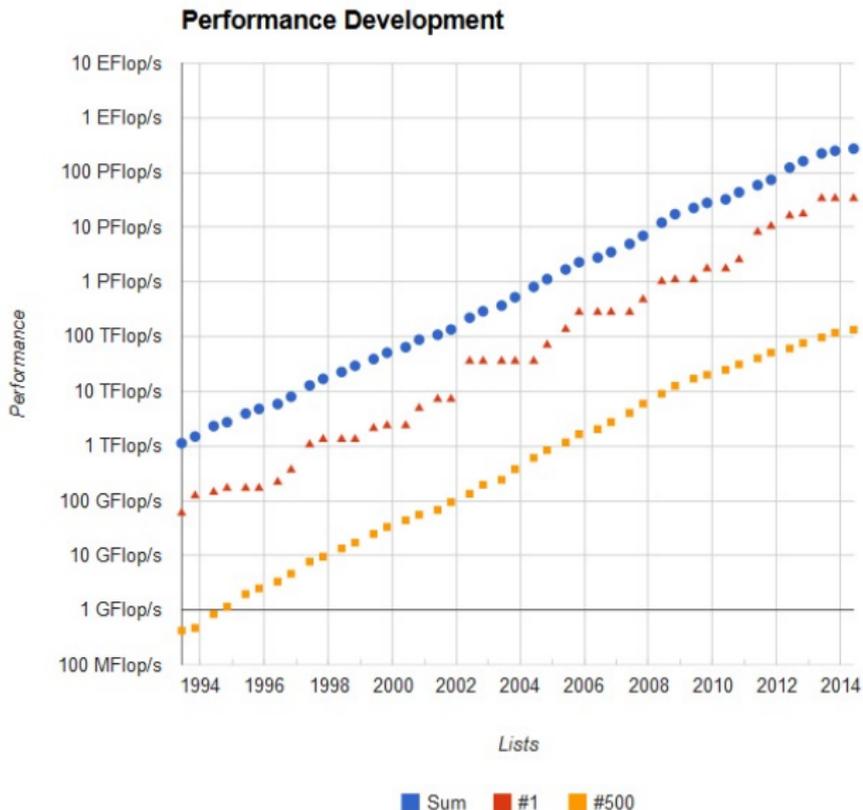
- 1976: Apple I



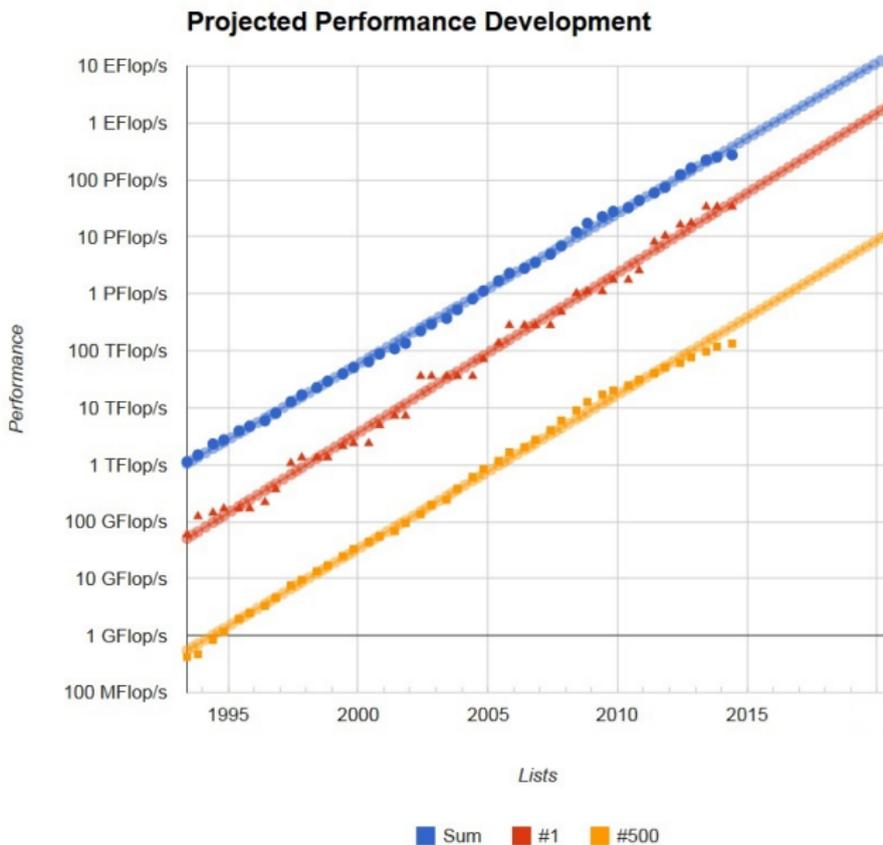
Source: Wikipedia

O avanço foi espetacular, mesmo sem contar com a Lei de Moore na maior parte do período.

# Desempenho ao longo do tempo (TOP500)



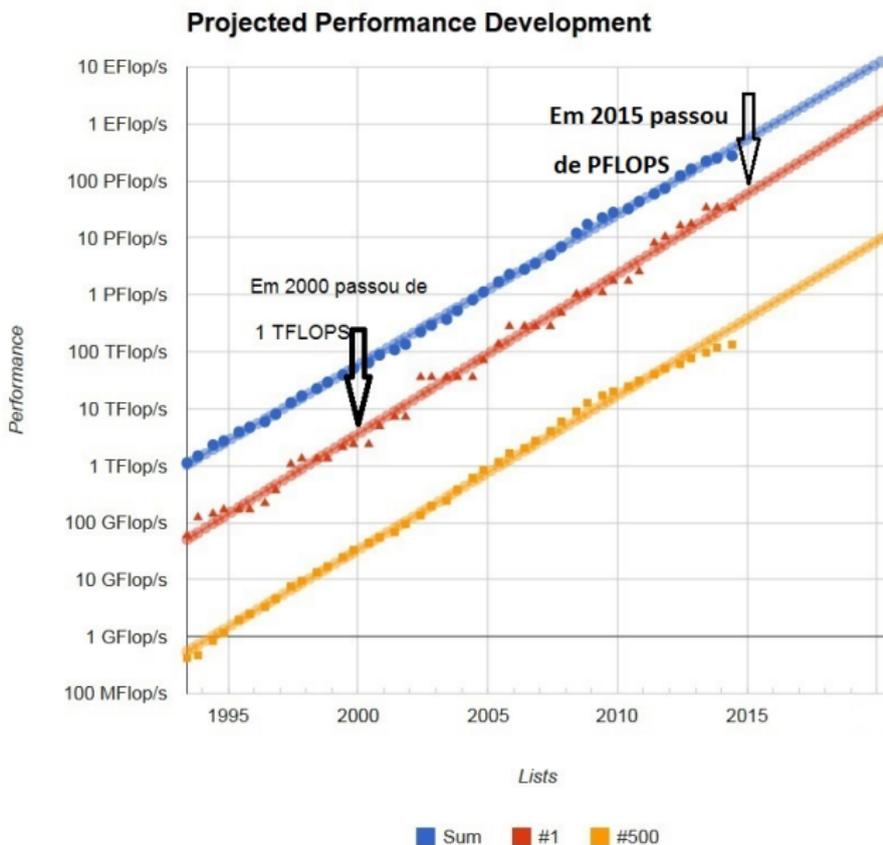
# Projeção do Desempenho (TOP500)



# Projeção do Desempenho (TOP500)



# Projeção do Desempenho (TOP500)



# Projeção do Desempenho (TOP500)



# Projeção do Desempenho (TOP500)



# Computação paralela tornou-se regra, não exceção

D. Patterson. The Parallel Revolution Has Started: Are You Part of the Solution or Part of the Problem?

<https://www.usenix.org/event/usenix08/tech/slides/patterson.pdf>

- Como consequência da Lei de Moore, o número de *cores per chip* dobra em intervalos constantes (aprox. cada 2 anos).
- Devido ao problema de energia, o aumento da frequência não pode seguir este ritmo (aumento de menos de 10% ao ano).
- Para ter desempenho, não adianta mais esperar pelo lançamento de um novo computador sequencial mais rápido, com maior frequência e menor ciclo.
- O aumento de desempenho será a custa da computação paralela.
- *“While evolution and global warming are “controversial” in scientific circles, belief in need to switch to parallel computing is unanimous in the hardware community.”* (Patterson)

# Desafios para os próximos anos

- Como utilizar o paralelismo maciço?
- Como projetar algoritmos paralelos escaláveis?
- Como tratar da questão de estabilidade numérica?
- Que modelo de computação paralela surgirão?
- Como preparar os alunos no projeto e desenvolvimento de algoritmos paralelos?

# Modelo de programação paralela: A moda vai e volta

- Modelo SIMD: os processadores executam a mesma instrução.
  - Illiac IV (1965)
  - Arrays sistólicos (1980)
- Modelo SPMD (e.g. BSP, CGM): os processadores executam o mesmo programa.
  - Bastante versátil para processadores com memória distribuída.
  - Sincronização (a cargo do programador) por meio de troca de mensagens: e.g. PVM ou MPI.
- Processadores atuais voltam a adotar SIMD:
  - GPUs
  - Many integrated cores (MIC)

Trabalhei com arrays sistólicos na minha tese (1981), hoje estou reutilizando algoritmos deste tipo (e.g. *sorting networks*) para computação com GPU.

SIMD não é um modelo suficientemente flexível para muitas aplicações (e.g. problemas em grafos)

Precisamos melhorar nesse aspecto.

- A computação paralela veio para ficar.
- Os desafios para os próximos anos são muitos.
- Se quisermos usar computação paralela maciça para problemas não trivialmente paralelizáveis, temos que enfrentar esses desafios.
- Novas tecnologias (não baseadas em Silício) serão usadas para explorar melhor o paralelismo. Um exemplo é a Computação Quântica.

# Computação de Alto Desempenho: de 2000 a 2030

Siang Wun Song  
<song@ime.usp.br>

WSCAD 2014 - Painel  
São José dos Campos, 10 de outubro de 2014