

CAP-387(2016) – Tópicos Especiais em  
Computação Aplicada:  
Construção de Aplicações Massivamente  
Paralelas

**Aula 14: Vetorização em Processadores Atuais**

**Celso L. Mendes, Stephan Stephany**

LAC / INPE

Emails: [celso.mendes@inpe.br](mailto:celso.mendes@inpe.br), [stephan.stephany@inpe.br](mailto:stephan.stephany@inpe.br)



# Histórico

- **Vetorização “convencional”:**
  - Décadas de 70/80/90
    - Todos os supercomputadores eram vetoriais
  - Vários fabricantes
    - Cray: Cray-1, Cray-2, Cray-X/MP, Cray-Y/MP, ...
    - NEC: SX-3, SX-4, SX-6, SX-9
    - CDC, Fujitsu, IBM, etc, etc
- **Década de 2000: ataque dos microproc. assassinos!**
  - Clusters de PCs dominam o mercado (razões econômicas)
    - Elevado número de CPUs x86 (Intel e AMD) e Power (IBM)

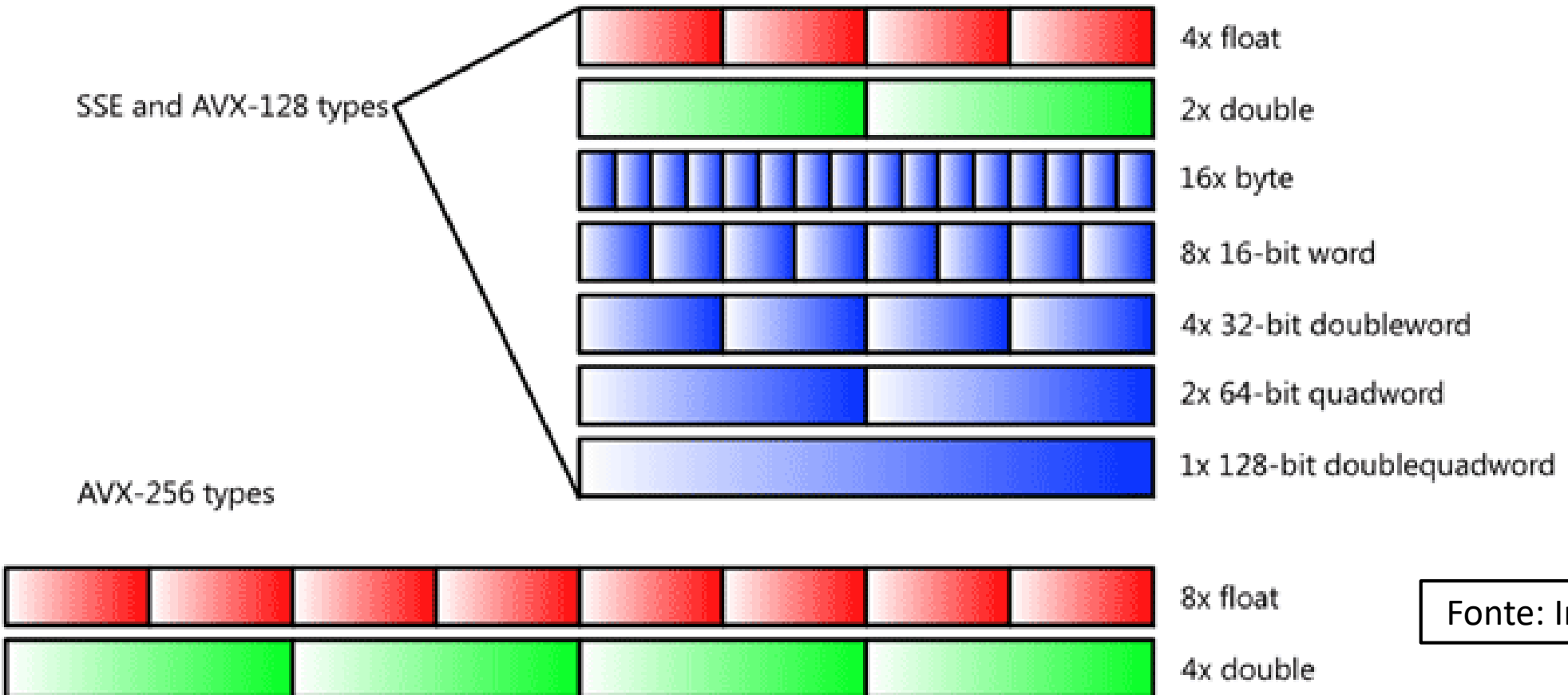
# Histórico (cont.)

- **Década de 2000: Processadores x86**
  - Vetorização presente com extensões SSE e sucessores
    - SSE: *Streaming SIMD Extension*
    - Suporte de hardware, registros **vetoriais** com L=4 ou mais
  - Mesmo conceito das máquinas vetoriais antigas:
    - Uma única instrução dispara várias operações em conjunto
  - Compilador Intel atual tem extenso suporte a vetorização
  - Em alguns casos pode ser necessário *ajudar* o compilador
    - Reestruturação dos códigos, eliminando dependências
    - Garantia pelo programador de que não há dependências

# Vetorização “Moderna”

- *AVX: Advanced Vector Extensions*
  - Vários níveis já lançados: 128, 256, 512 bits
    - 2, 4, 8 valores de precisão dupla (4, 8, 16 em prec. simples)
  - Presente em diversos processadores Intel:
    - Processador Ivy Bridge (Santos Dumont): AVX (128 bits)
    - Processadores Haswell e Broadwell: AVX-2 (256 bits)
    - Processador KNL (Xeon-Phi): AVX-512
  - Presente em alguns processadores AMD
    - AVX (2011), AVX-2 (2015)

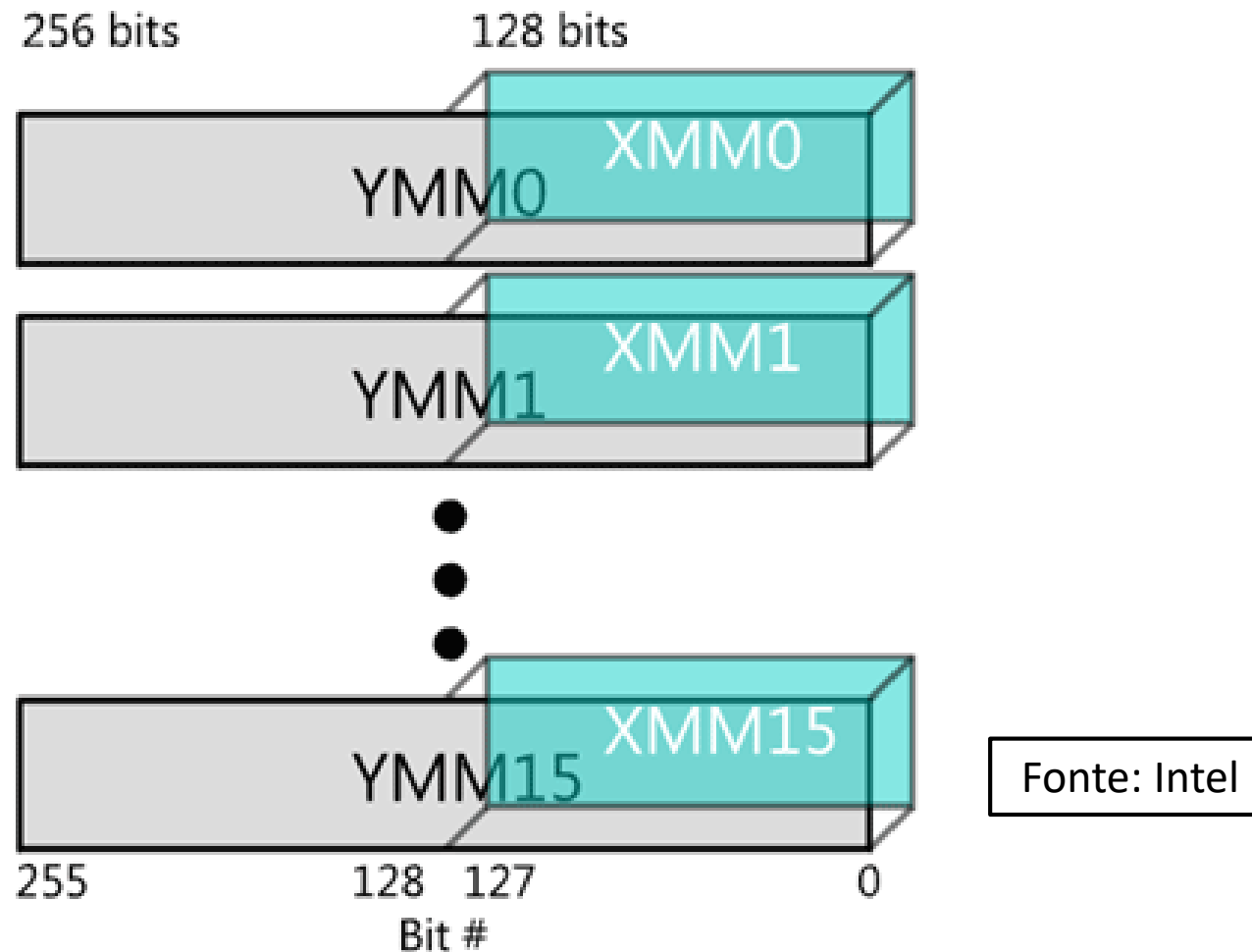
# AVX: Tipos de Dados



Fonte: Intel

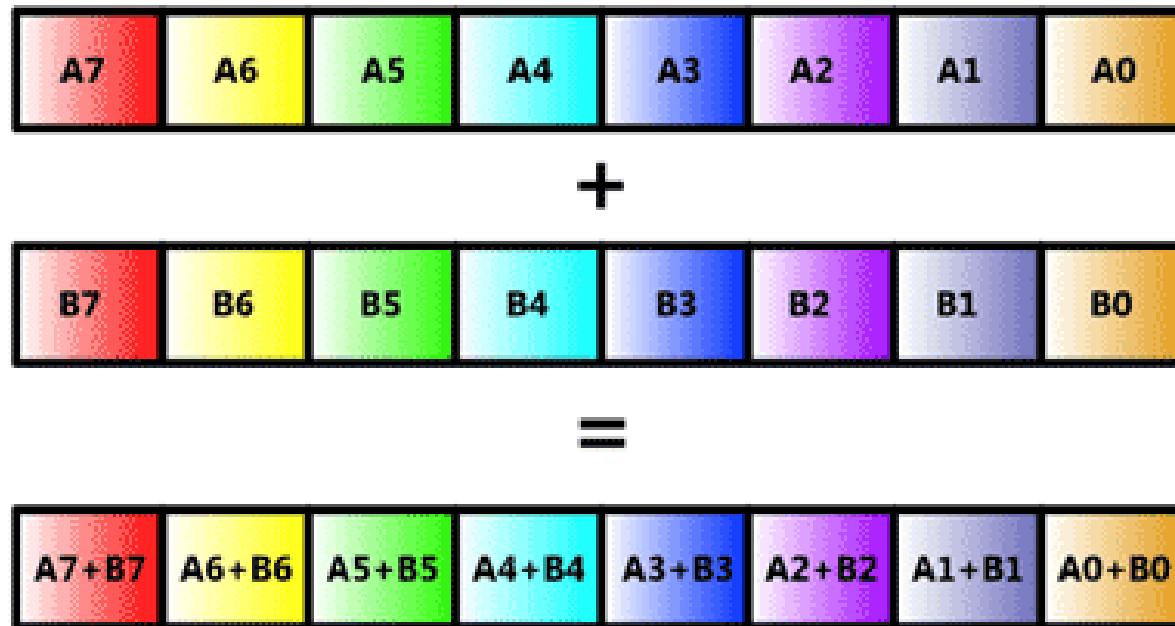


# AVX: Suporte de Registros

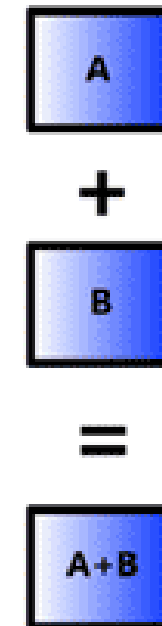


# AVX: Operações Vetoriais/SIMD

## SIMD Mode



## Scalar Mode



Fonte: Intel

# Vetorização - Sumário

- **Vetorização Atual**
  - Registros vetoriais de tamanho 4~8
  - Ganhos de desempenho da ordem de 4~8 sobre escalar
- **Vetorização Convencional**
  - Registros vetoriais de tamanho 64~128
  - Ganhos de desempenho da ordem de 10+
- **Características comuns**
  - Técnicas similares de vetorização de programas
  - Obrigatório vetorizar para explorar desempenho disponível

