

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, 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)

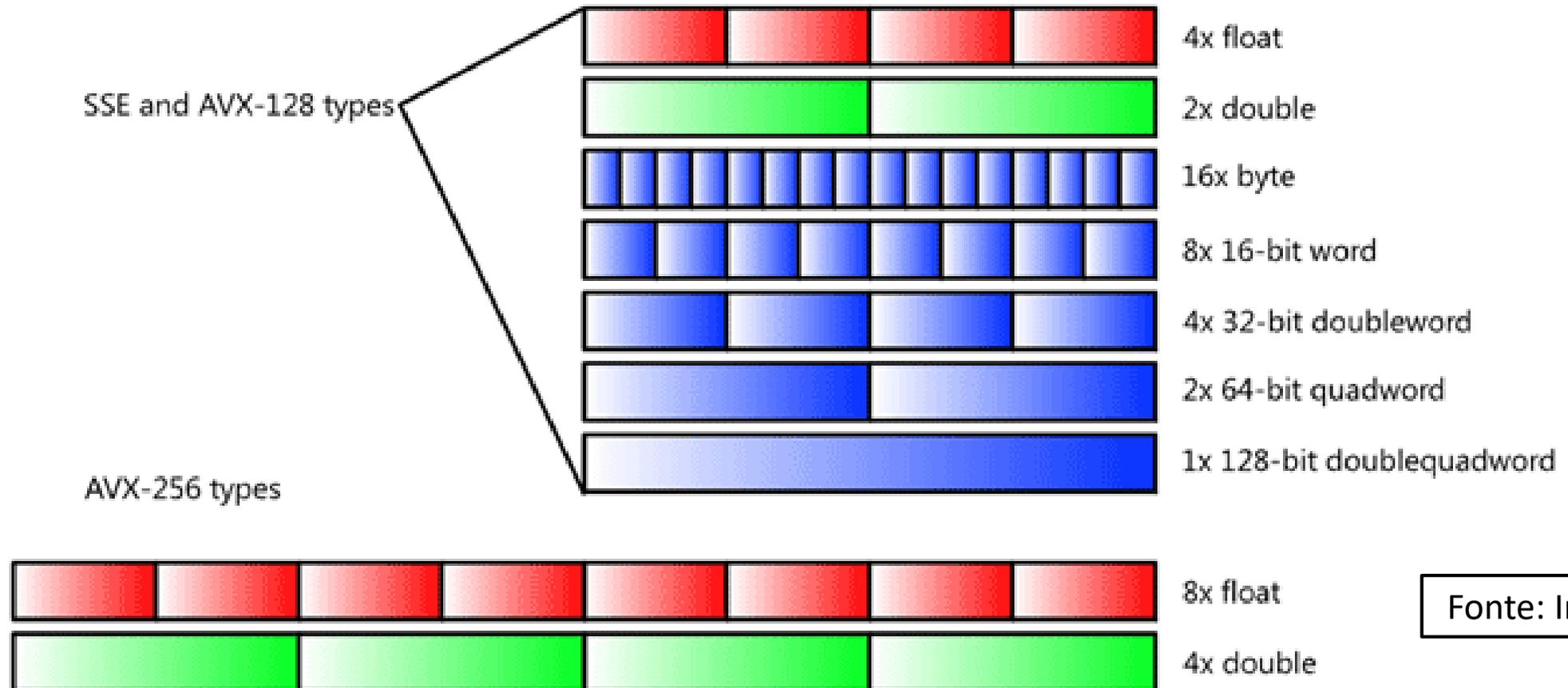
Histórico (cont.)

- **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)

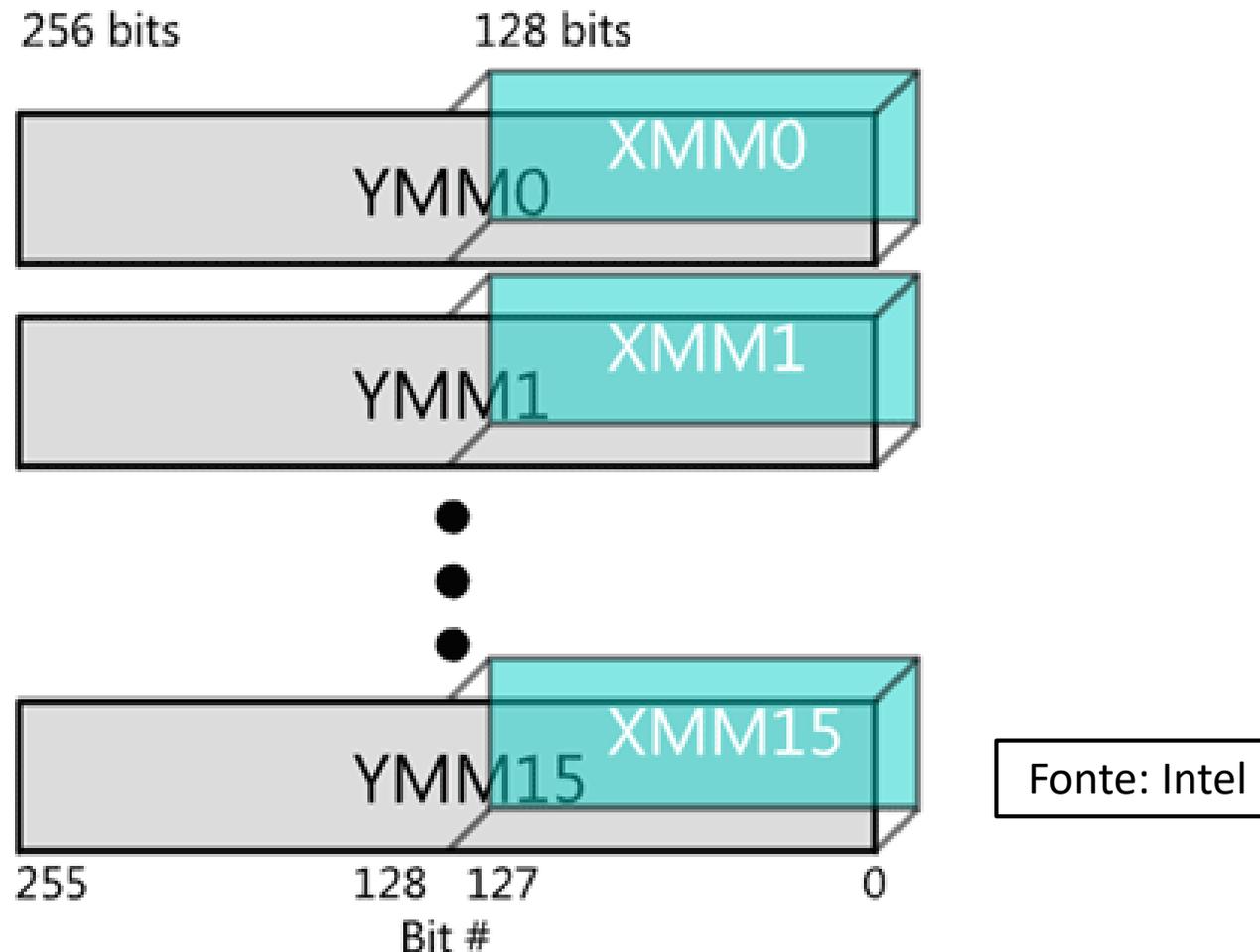
AVX: Tipos de Dados



Fonte: Intel

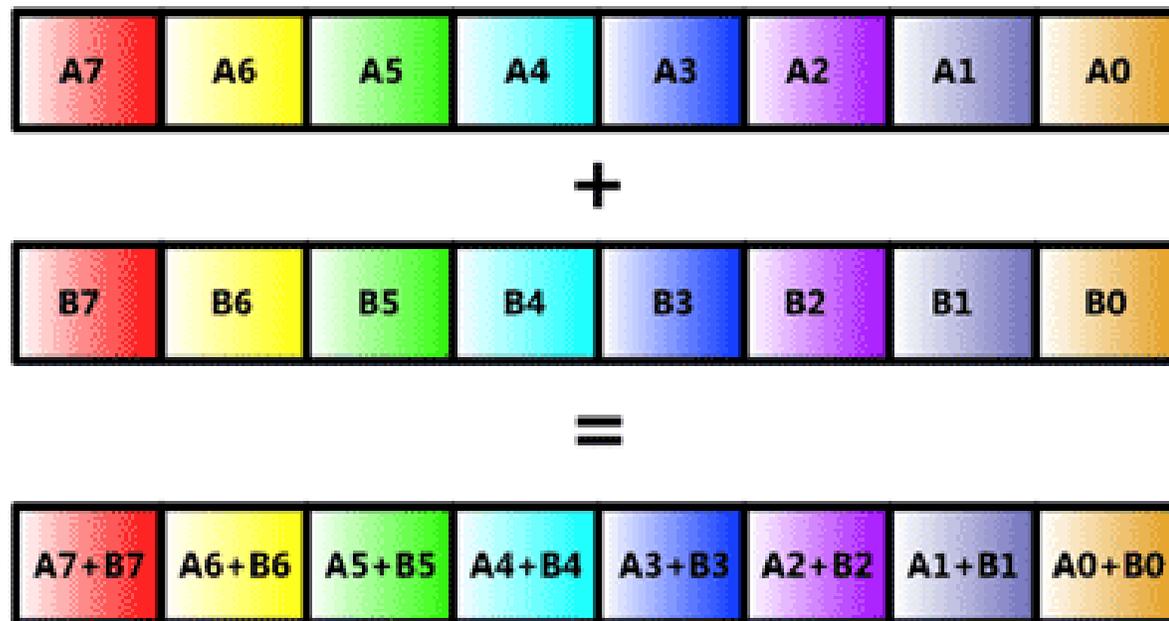


AVX: Suporte de Registros

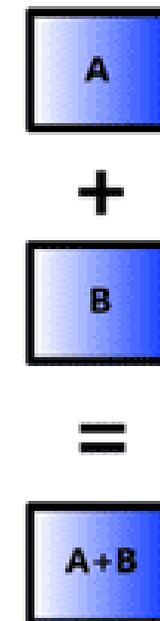


AVX: Operações Vetoriais/SIMD

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

