

# Classificação do paralelismo

		Data Streams	
		Single	Multiple
Instruction Streams	Single	SISD: Intel Pentium 4	SIMD: SSE instructions of x86
	Multiple	MISD: No examples today	MIMD: Intel Core i7

## *Single program, multiple data streams (SPMD)*

- ▶ Um programa é executado em múltiplos processadores
- ▶ A forma mais comum de usar *hardware* MIMD

## *Vector instructions*

- ▶ Instruções SIMD
- ▶ Operam sobre vários elementos de vectores em paralelo

## *Single instruction, multiple threads (SIMT)*

- ▶ A mesma instrução é executada por várias *threads*, em simultâneo, sobre dados diferentes
- ▶ É o caso das GPUs

(GP)GPUs

# GPU

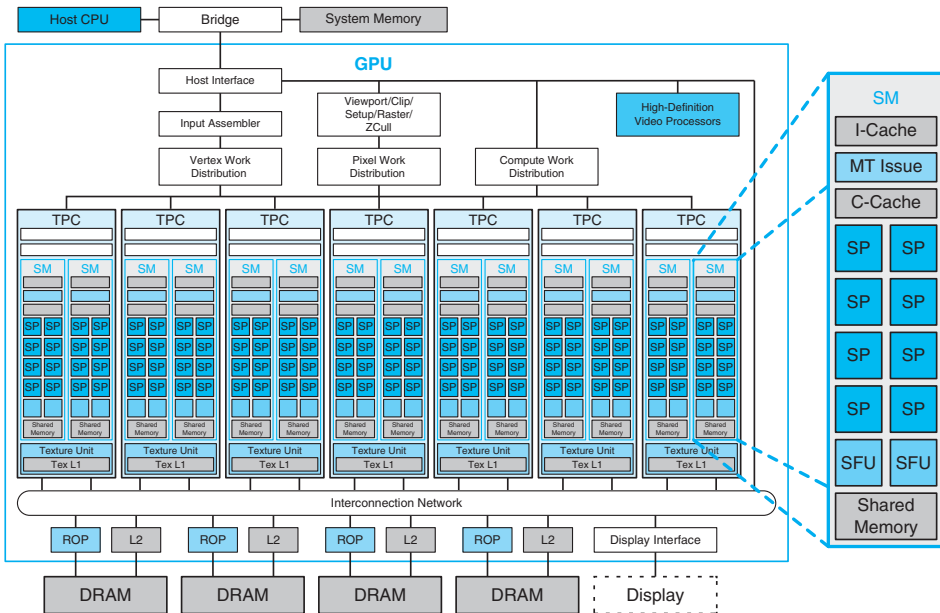
## *Graphics processing unit (GPU)*

Processador especializado para a criação de elementos gráficos (imagens)

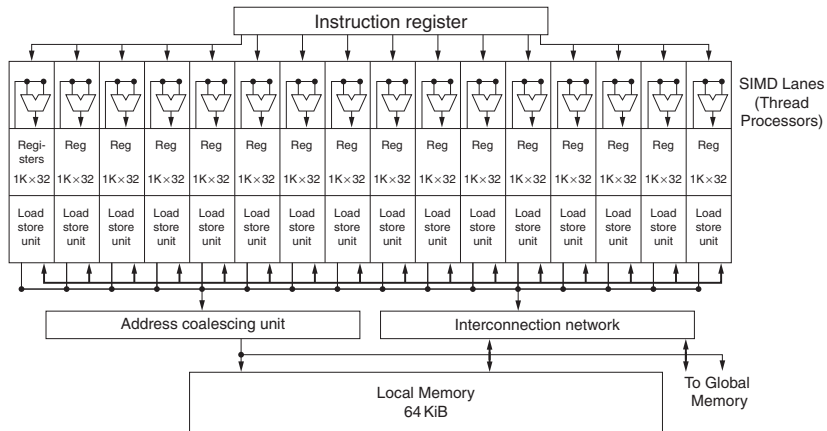
## *General programming GPU (GPGPU)*

Multiprocessador que mantém as aptidões das GPUs para o processamento de elementos gráficos, mas que pode ser usado para programas genéricos

# NVIDIA GeForce 8800 GT (Tesla)



# GPU SIMD processor



# NVIDIA GeForce 8800 GT (Tesla)

112 cores *streaming processor* (SP)

Organizados em 14 *multithreaded streaming multiprocessors* (SM)

Cada SP gere 96 *threads*

10752 *threads* no total

Relógio a 600 MHz

512 MB de memória

**CUDA** *Compute Unified Device Architecture* (NVIDIA)

**OpenCL** *Open Computing Language* (Desenvolvida por um consórcio que inclui, entre outros, AMD, Apple, ARM, Google, Imagination (MIPS), Intel e NVIDIA)

# Multiplicação de matrizes (1)

## OpenCL

```
__kernel void matmul(int m, int n, int p,  
    __global int *C, __global int *A, __global int *B)  
{  
    // width x height  
    int X = get_num_groups(0);  
    int Y = get_local_size(0);  
    // this work item coordinates  
    int x = get_group_id(0);  
    int y = get_local_id(0);  
  
    for (int i = x; i < m; i += X)  
        for (int j = y; j < p; j += Y)  
        {  
            C[i][j] = 0;  
  
            for (int k = 0; k < n; ++k)  
                C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];  
        }  
}
```

# Multiplicação de matrizes (2)

Matrizes com  $1024 \times 1024$  elementos

$1024^3$  produtos

CPU				GPU	
Cores				<i>Threads</i>	
1		40	64	65536	26624
3 GHz	2.3 GHz	3 GHz	2.3 GHz	1 GHz	705 MHz
6.7 s	12.1 s	431 ms	335 ms	150 ms	36 ms