

# Computação Paralela com GPU - Aula 3 - OpenCL

## Agenda do Curso

- Aula 1:
  - Introdução (Nivelamento);
  - Threads;
  - Exemplos Threads.
- Aula 2:
  - OpenMP introdução;
  - OpenMP exemplos;
- Aula 3:
  - OpenCL Introdução;
  - OpenCL exemplos;
- Aula 4:
  - CUDA Introdução;
  - CUDA exemplos;

## Agenda

1. O que é OpenCL?
  - a. Características;
  - b. Visão Geral;
2. Aplicação
  - a. Estrutura;
  - b. Plataformas;
  - c. Ambientes de Desenvolvimento;
3. OpenCL Básico
  - a. Device Code;
  - b. Host Code;
  - c. Offline/Online Compilation;
  - d. Chamando o Kernel;
4. Exemplos  
Exemplos OpenCL;

1.

# O que é OpenCL?

Open Computing Language



OpenCL

# Características

- Open Computing Language;
- Framework para computação paralela em sistemas heterogêneos (CPU + GPU);
- Linguagem C/C++;
- Pode ser usado em sistema homogêneos também (core i7);
- Mantido pelo Khronos Group;



# Visao Geral

- Linguagem C:
  - Versão extendida do C99.
- Runtime API:
  - Códigos são independentes da Plataforma de hardware;
  - OpenCL vai gerenciar os recursos;
  - Programador deve configurar e linkar as bibliotecas certas.
- Software Framework:
  - Compilador OpenCl;
  - OpenCL Runtime Library;
- Problemas Aplicacao/Hardware:
  - O desenvolvedor deve saber escolher a melhor plataforma para a sua aplicação.

# Visao Geral

- Vantagens:
  - OpenCl é padronizado:
    - Mantida Por um consócio de empresas.
  - Nível próximo ao Hardware:
    - Permite mais otimização.
  - Fácil de Aprender:
    - Como vai ser constatado a seguir...

# 2.

## Aplicação

Onde e como usar OpenCL...

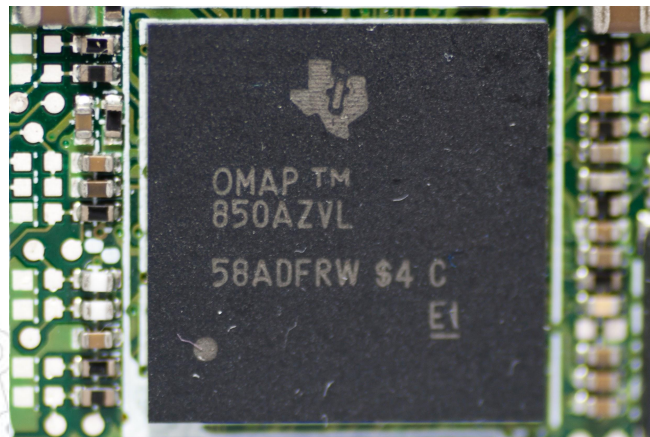


OpenCL



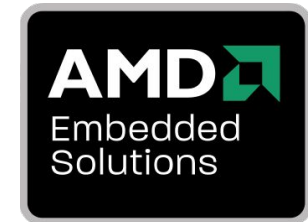
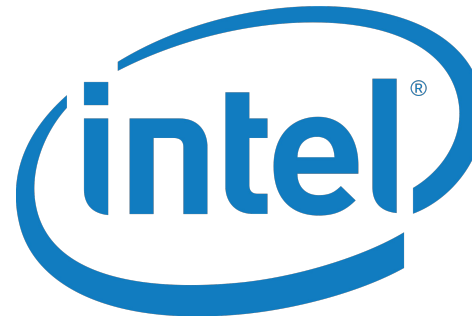
# Estrutura

- Host:
  - Geralmente CPU;
  - Comanda a execução do processo;
  - Linguagem C ou C++ padrão.
- Device:
  - GPU, DSP, etc...
  - Executa os cálculos;
  - OpenCL C.



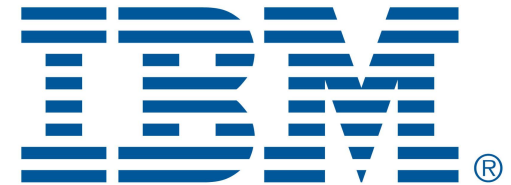
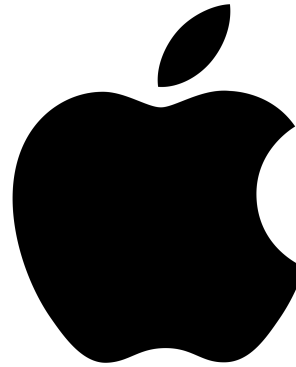
# Plataformas

- Host:
  - CPU.
- Device:
  - GPU;
  - CPU;
  - DSP;
  - Cell/B.E.



# Ambientes de Desenvolvimento

- FOXC:
- NVIDIA OpenCL:
  - CUDA;
- AMD (ATI) OpenCL:
  - ATI Stream;
- Apple OpenCL
- IBM OpenCL;
- Intel SDK:
  - CPU;
  - GPU (Ivy Bridge);



# 3.

## OpenCL Básico

Començando a programar...



OpenCL

# Device Code

- Kernel
  - Funções a serem executadas no Device;
  - Um código de kernel pode conter vários kernels;





# Host Code - Procedimento

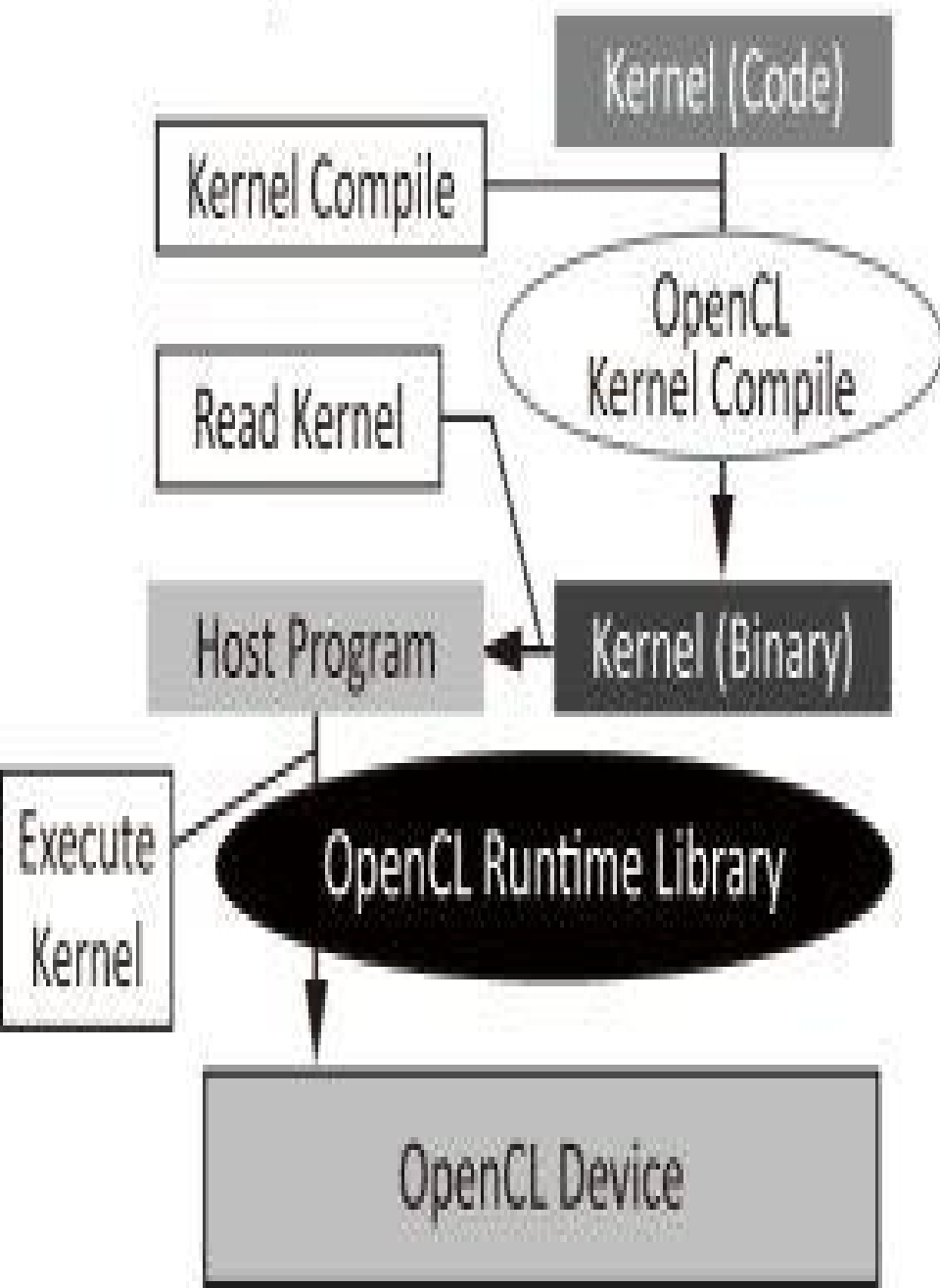
1. Adquirir uma lista das plataformas disponíveis;
2. Selecionar Dispositivo;
3. Criar um contexto;
4. Criar uma fila de comando;
5. Criar um objeto de memória;
6. Ler o arquivo de Kernel;
7. Criar um program object;
8. Compilar o kernel;
9. Criar um Kernel Object;
10. Seta argumentos do kernel;
11. Executa o Kernel;
12. Lê objeto de memória;
13. Libera Objetos.



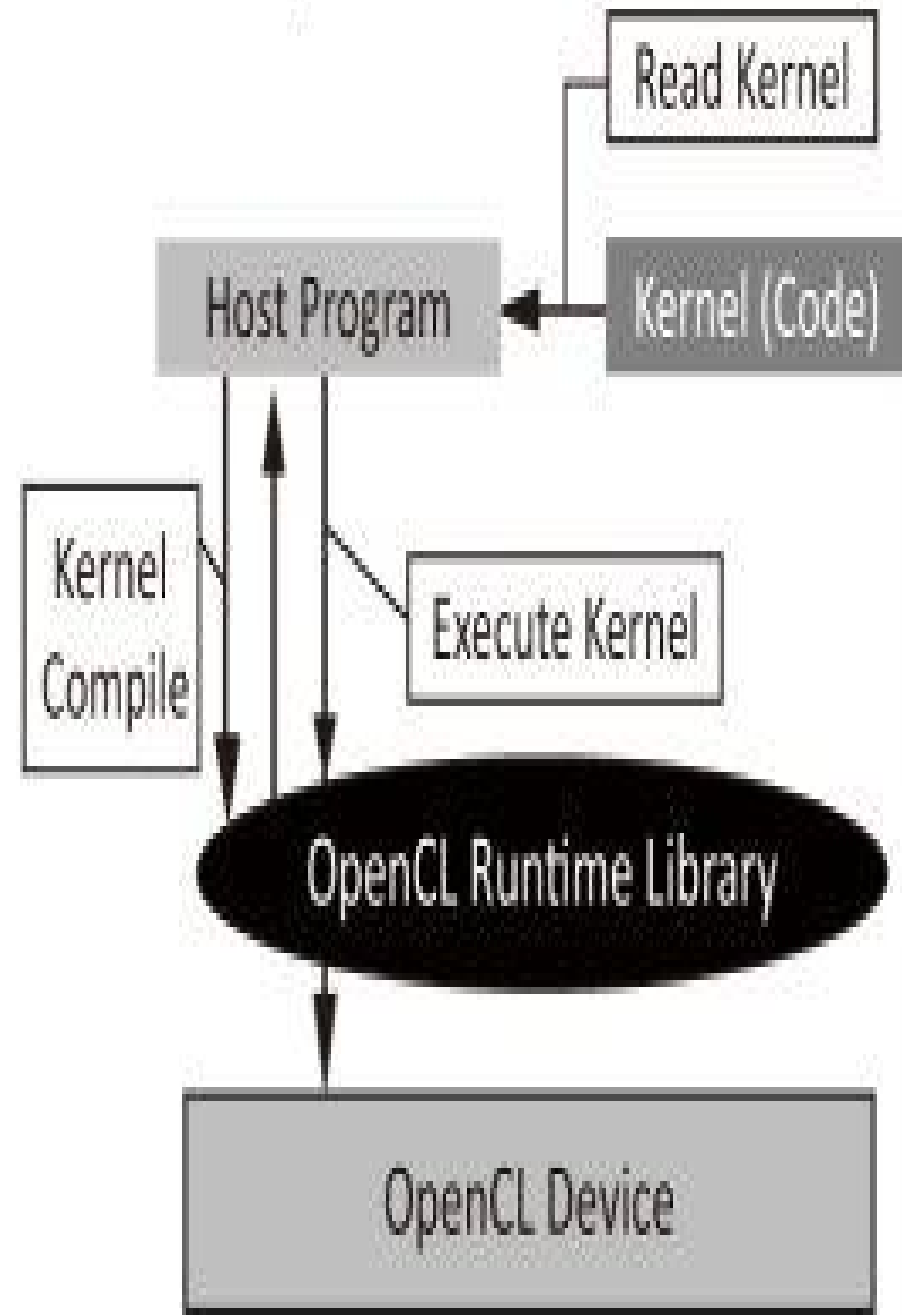
# Online / Offline Compilation

- Compilação Online:
  - Kernel é compilado no código host.
- Compilação Offline:
  - Kernel é pré-compilado e o código host carrega esse binário.

## Offline Compile



## Online Compile





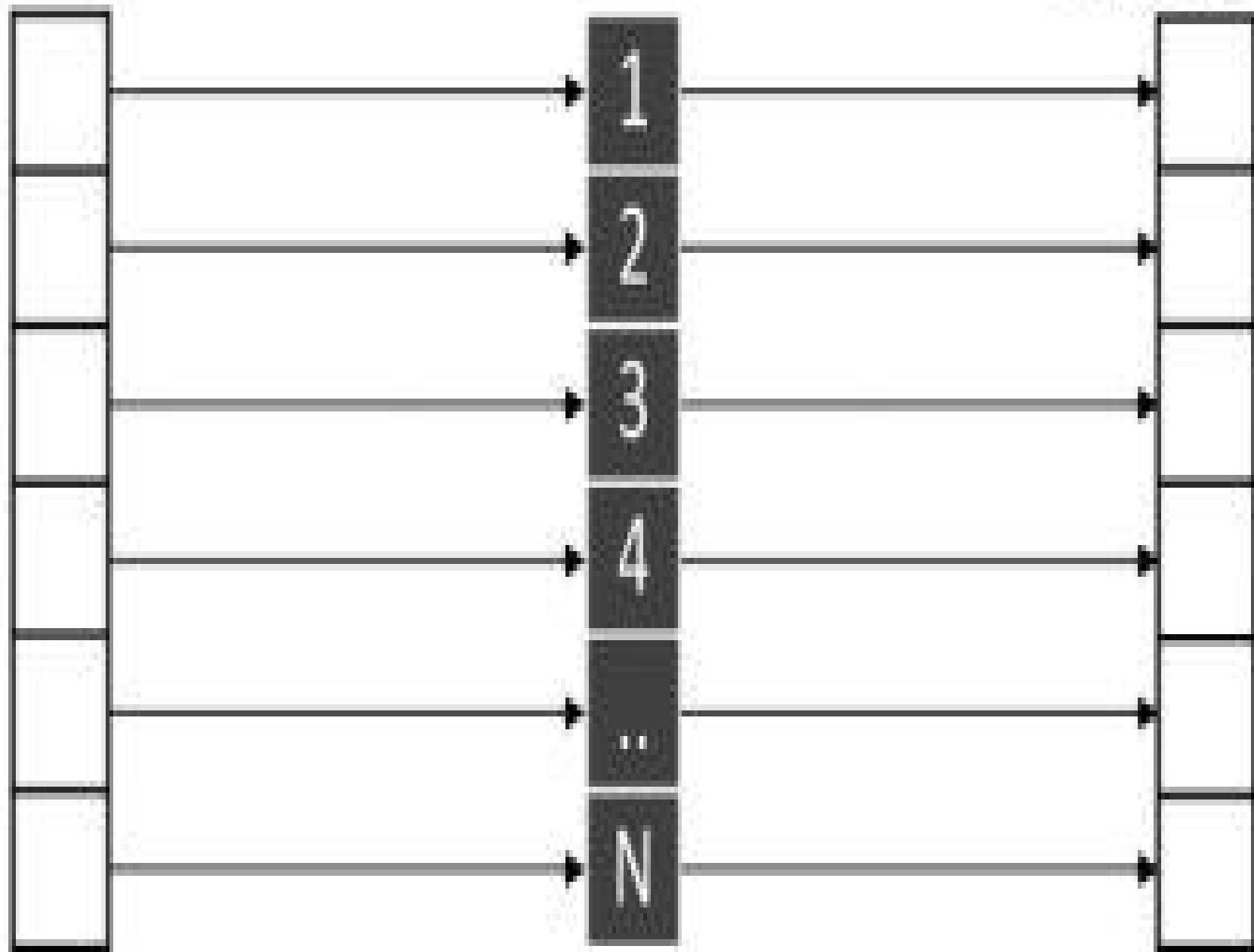
# Chamando o Kernel

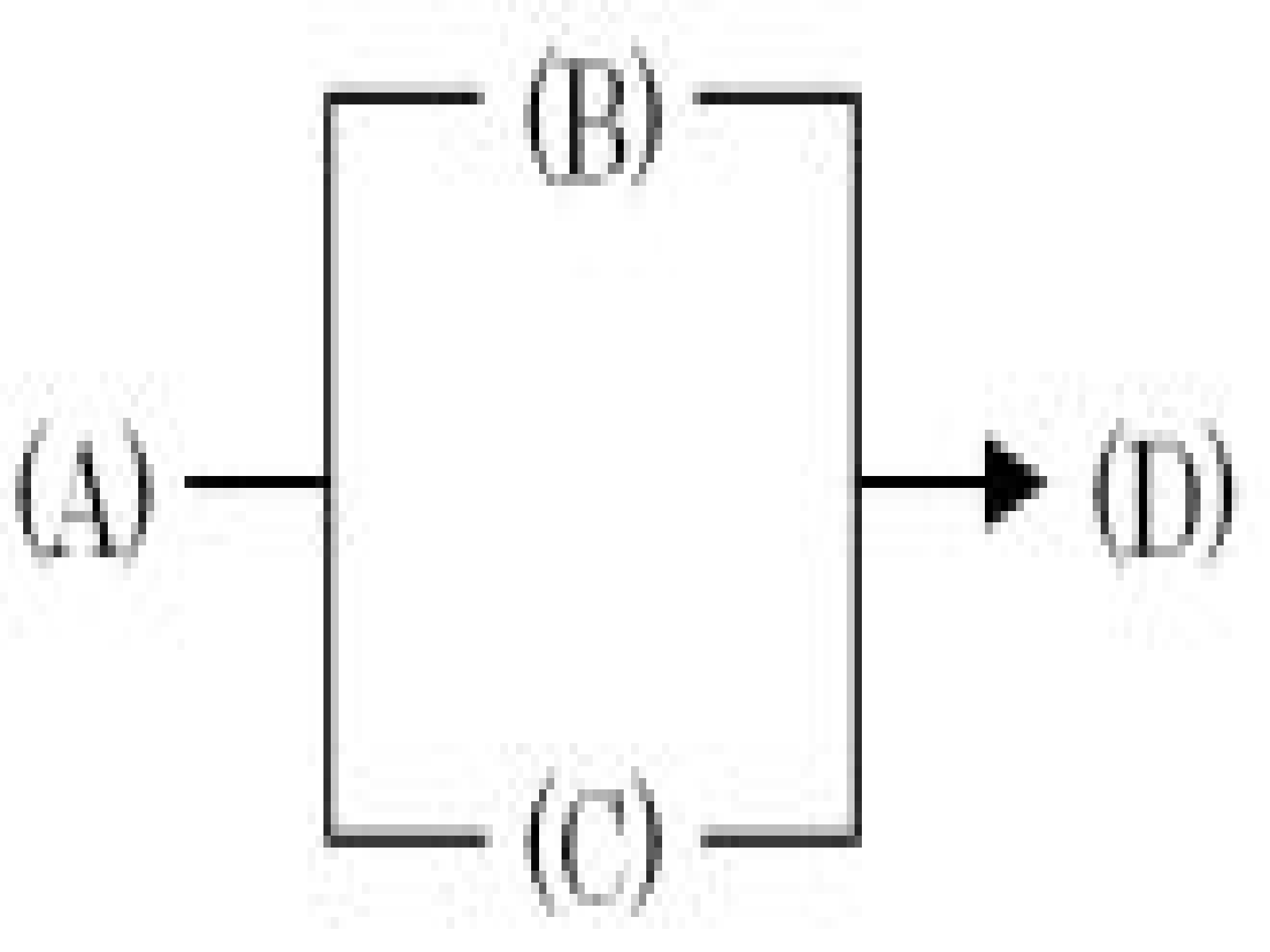
- Data Parallel:
  - Mesmo kernel em todos os núcleos de processamento.
- Task Parallel:
  - Diferentes kernels em diferentes núcleos.

Input Data

Work-item

Output Data





4.

# Exemplos OpenCL

Exemplos básicos e complexos...



OpenCL

## Exemplos:

1. Hello World
2. Vector Operations;
3. Data Parallel Vector Operation;
4. Task Parallel Vector Operation;
5. Image Operation;
6. Moving Average;
7. FFT Application;

# Bibliografia

- Wikipédia;
- OpenCL Programming Book Free HTML version:
  - <https://www.fixstars.com/en/opengl/book/OpenCLProgrammingBook/contents/>
- Khronos Group OpenCL official website:
  - <https://www.khronos.org/opengl/>

# Obrigado!

## Dúvidas?

Meu contato:

[gabriel.carvalho@itec.ufpa.br](mailto:gabriel.carvalho@itec.ufpa.br)