

Paralelização do Problema de Transferência de Calor Utilizando OpenMP e CUDA

Guilherme Galante

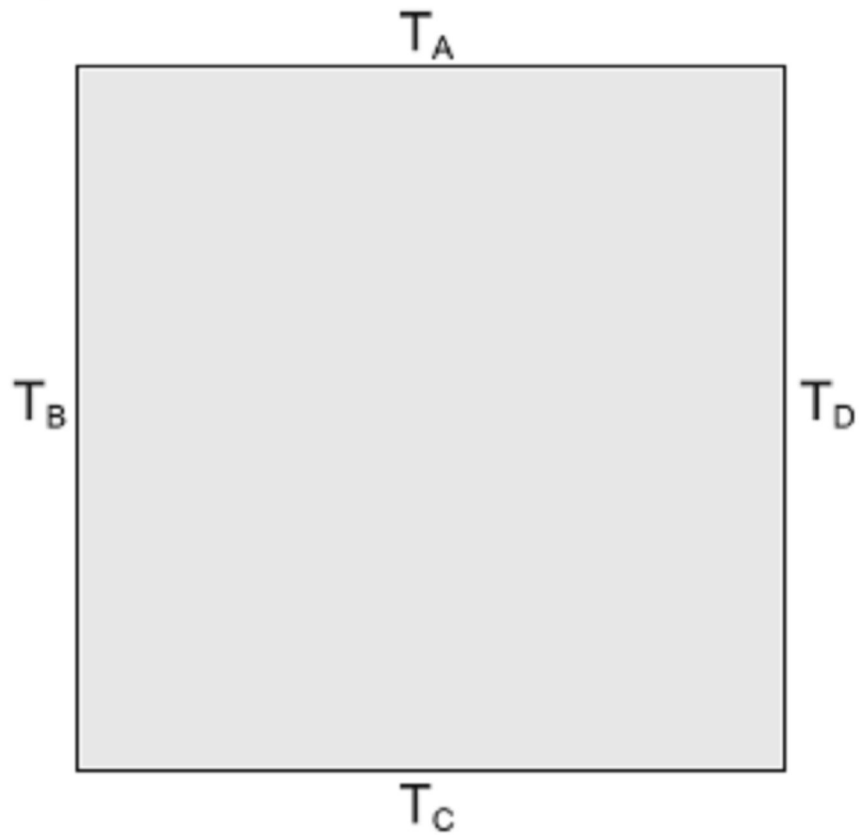


Introdução

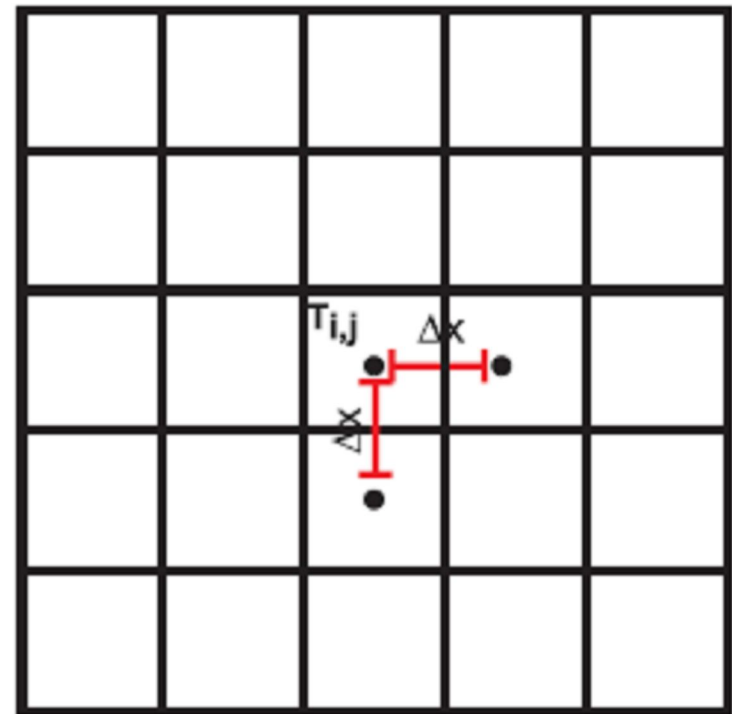
- Simulação de fenômenos físicos
 - Modelagem matemática
 - Requer alta capacidade de processamento
- Transferência de calor
 - Problema clássico
 - Simulação da difusão de calor em uma placa plana

Transferência de Calor

a)



b)

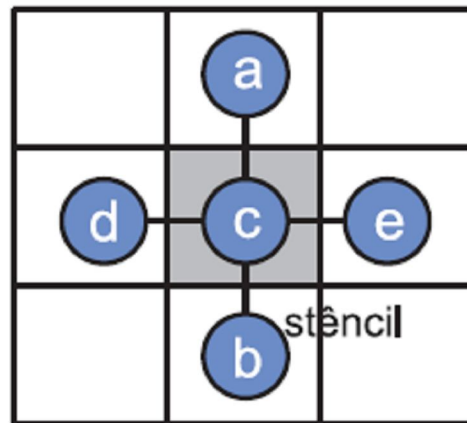


Transferência de Calor (2)

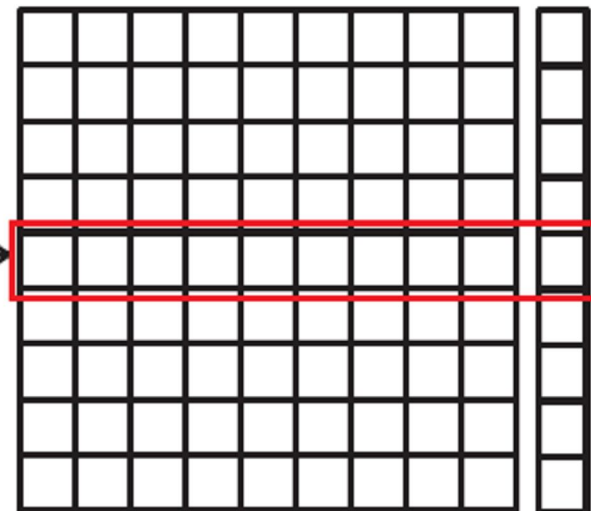
$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right)$$



$$\left(1 + \frac{4\alpha\Delta t}{\Delta x^2} T_{i,j}^{n+1} \right) - \frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2} T_{i-1,j}^{n+1} - \frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2} T_{i+1,j}^{n+1} - \frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2} T_{i,j-1}^{n+1} - \frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2} T_{i,j+1}^{n+1} = T_{i,j}^n$$



domínio



matriz

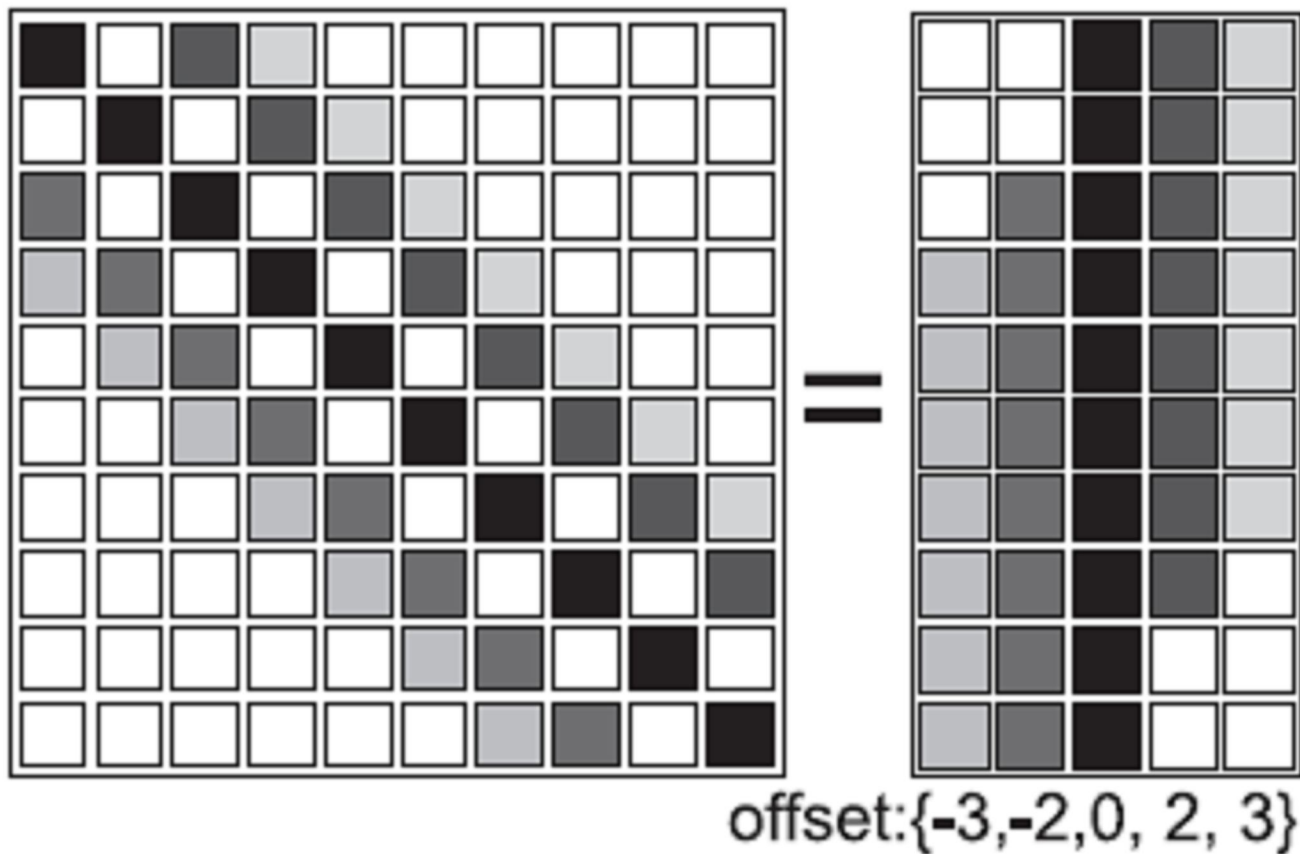
vetor

Considerações Computacionais

- Simulação:
 1. Obtenção das temperaturas iniciais
 2. Montagem dos sistemas de equações
 3. Resolução dos sistemas de equações
 4. Atualização das temperaturas
- Matriz:
 - Formato diagonal
- Resolução dos sistemas:
 - Gradiente Conjugado

Considerações Computacionais (2)

- Formato diagonal



Considerações Computacionais (3)

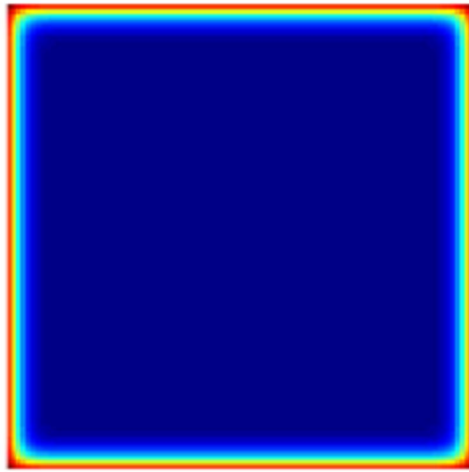
- Gradiente Conjugado

```
i = 0
r = b - Ax      (subtração de vetores (produto matriz-vetor))
d = r           (cópia de vetor)
 $\delta_n = r^T r$  (produto escalar)
enquanto (i < itmax) e (erro >  $\epsilon$ )
    q = Ad      (produto matriz-vetor)
     $\alpha = \delta_n / d^T q$  (produto escalar)
    x = x +  $\alpha d$  (soma de vetores (multiplicação escalar-vetor))
    r = r -  $\alpha q$  (subtração de vetores (multiplicação escalar-vetor))
     $\delta_v = \delta_n$ 
     $\delta_n = r^T r$  (produto escalar)
     $\beta = \delta_n / \delta_v$ 
    d = r +  $\beta d$  (adição de vetores (multiplicação escalar-vetor))
    i++
```

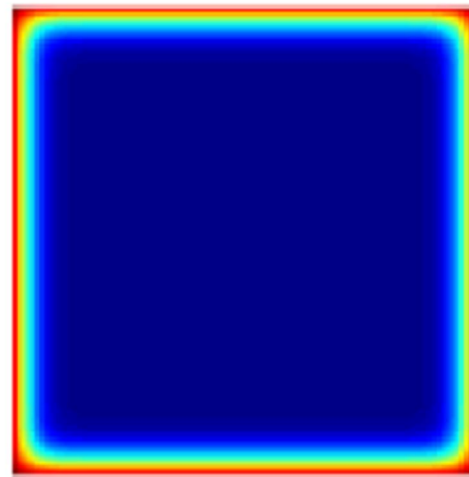
Resultados Físicos



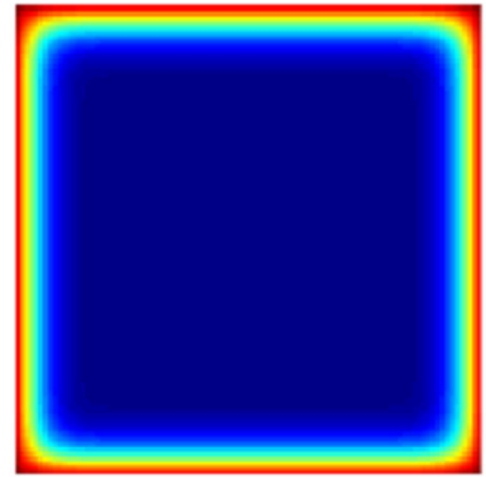
passo 1



passo 60



passo 120



passo 180