



## Programação Paralela e Distribuída Algoritmos Paralelos

Professor Marcelo Trindade Rebonatto  
Curso de Ciência da Computação



### Sumário

- Princípio
- Pipeline
- Divisão e conquista
- Mestre escravo
- Pool de trabalho
- Fases paralelas



### Algoritmos paralelos

- **Princípio:** dividir o problema em partes menores para execução em paralelo
  - Também deve buscar a solução de um problema
- Execução
  - Quando e como processam
  - Quando e como se comunicam (sincronização)
- Classificação quanto a forma dos algoritmos

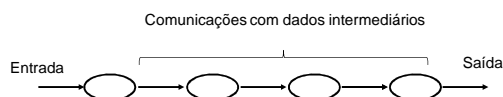


### Pipeline

- Processos formam um *pipeline* virtual
- Princípio
  - Definir processos com tarefas específicas
    - ❖ Estágios
  - Definir ordem de comunicação entre os processos
    - ❖ Estágio inicial deve possuir os dados a serem processados
    - ❖ Demais processos são executados de forma paralela



### Pipeline Fluxo



### Pipeline Vantagens e Desvantagens

- Vantagens
  - Comunicação num único fluxo
  - Tarefas isoladas
- Desvantagens
  - Não acelera um processamento
  - Dependente da aplicação
  - Dificuldades no balanceamento de carga
  - Paralelismo limitado ao número de estágios



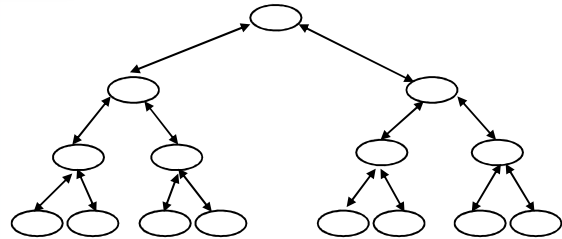
## Divisão e conquista

- Semelhante a um sistema seqüencial
- Funcionamento
  - Atribuir pequenas tarefas a processos filhos
  - Filhos processam em paralelo e retornam os resultados aos pais
  - Pais aguardam resultados e os sumarizam
  - Divisão pode ocorrer de forma recursiva

7



## Divisão e conquista Fluxo



8



## Divisão e conquista Funcionamento

- Definir um limite de processamento (delta)
- Ao iniciar o processamento verificar o trabalho em relação ao delta
- Se menor ou igual
  - Processa e envia os resultados ao pai
- Se maior
  - Divide em duas partes e envia aos filhos
- Processo pode ser pai e filho
- Pai pode processar dados
  - Oriundos dos filhos

9



## Divisão e conquista Vantagens e desvantagens

- Vantagens
  - Processos simétricos (exceto root)
  - Relativamente simples de implementar
- Desvantagens
  - Maior parte do processamento ocorre nas folhas
  - Escalabilidade: número de processos cresce de forma exponencial

10



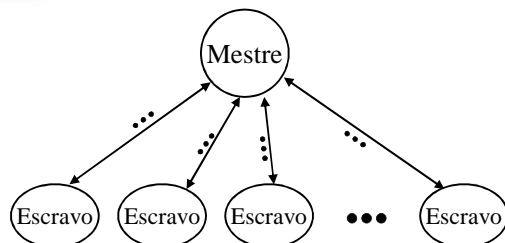
## Mestre-escravo

- Divisão de funções
  - Controle de escalonamento: mestre
  - Processamento efetivo: escravos
- Princípio
  - Mestre envia a escravo uma tarefa
  - Escravo a executa e devolve os resultados ao mestre
  - Caso ainda houver tarefas, mestre as envia aos escravos

11



## Mestre-escravo Fluxo



12



### Mestre-escravo Variações

- Pode-se usar carga de trabalho (fatia) igual para todos os escravos (ou não)
- Fatia pode ser dinamicamente alterada durante o processamento
- Comunicação de toda a tarefa a ser processada em apenas 1 ciclo (+ simples)
- Mestre pode participar do processamento
  - Utilização de assincronismo nas comunicações

13



### Mestre escravo Algoritmo

Mestre

Escravos

Loop

Envia tarefas  
Aguarda resultados  
Sair?

Loop

Recebe tarefas  
Processa  
Envia resultados  
Sair?

14



### Mestre-escravo Vantagens e desvantagens

- Vantagens
  - Controle do processamento centralizado
  - Balanceamento de carga
  - Adapta-se a tarefas com tempo de processamento variável
  - Adapta-se a máquinas paralelas com capacidades heterogêneas
- Desvantagens
  - Pode sofrer de excesso de comunicação
  - Mestre pode se tornar gargalo

15



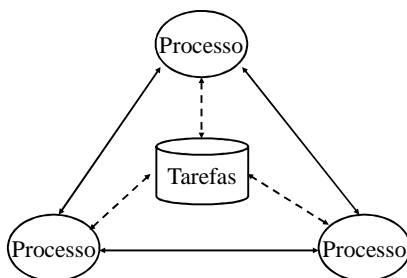
### Pool de Trabalho

- Conjunto de tarefas (*pool*) inicial
- Estrutura de dados global
- Número determinado (fixo) de processos
- Princípio
  - Processos buscam “pedaços” das tarefas
    - ❖ Execução em paralelo
    - ❖ Espalhamento do processamento
  - Término: esvaziamento do *pool*

16



### Pool de Trabalho Fluxo



17



### Pool de Trabalho Vantagens e desvantagens

- Vantagens
  - Balanceamento de carga inerente
  - Não há divisão de funções (uso de mesmo código)
- Desvantagens
  - Acesso simultâneo ao pool (acesso a dados compartilhados)
  - Comunicação entre os múltiplos processos
    - ❖ Diversos fluxos não determinísticos

18

## Fases paralelas

- Aplicadas principalmente a aplicações divididas em etapas
  - Execução no tempo
  - Simulações
  - ...
- Etapas divididas em fases:
  - Fase paralela (computação)
  - Fase de sincronização (comunicação)

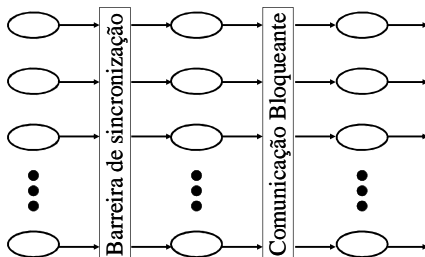
19

## Fases paralelas Funcionamento

- Execução livre de tarefas na fase paralela
  - Geralmente livres de comunicação
  - Avanço não homogêneo entre as fases
- Fase de sincronização
  - Barreiras de sincronização ou
  - Comunicações bloqueantes
  - Trocas de informações

20

## Fases Paralelas Fluxo



21

## Fases paralelas Vantagens e Desvantagens

- Vantagens
  - Implementação síncrona
  - Comunicações isoladas
- Desvantagens
  - Ociosidade: balanceamento de carga
  - Congestionamento nas comunicações: rede de interconexão

22