

## Impacto Energético de Microarquitetura e Frequência em Sistemas Multiprocessadores de Organização Heterogênea

Bernardo Neuhaus Lignati

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Informática

Orientado por Prof. Antonio Carlos S. Beck

bernardo.lignati@inf.ufrgs.br



### Motivação

#### ARM big.LITTLE

- Arquitetura homogênea
  - Transparência: Os vários núcleos do processador compartilham da mesma ISA (Instruction Set Architecture). Sendo assim, o programa pode ser executado sem nenhuma modificação de código.
- Organização heterogênea
  - Melhor relação entre energia e desempenho
    - Núcleos *big* com maior poder de processamento, porém com maior dissipação de potência
    - Núcleos *LITTLE* com menor poder de processamento, porém com menor dissipação de potência.
- Migração de tarefas entre os núcleos gera melhor eficiência energética

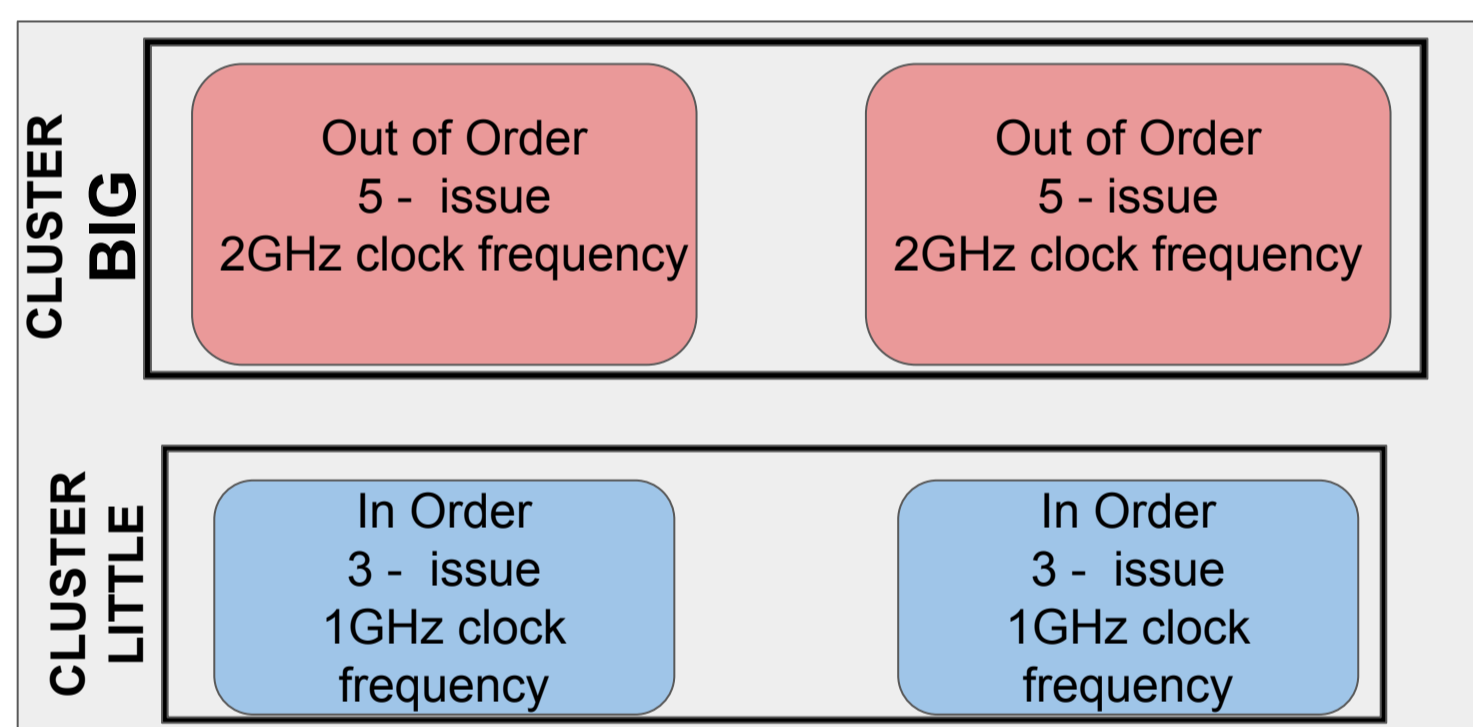


Figura 1 - Organização da configuração big.LITTLE avaliada

### Metodologia

Foram utilizadas duas ferramentas para a analisar a migração das tarefas entre os núcleos:

- Simulador Gem5
  - Simula o sistema e emula o sistema operacional
  - Fornece dados estatísticos da execução
  - Gera traço da execução detalhado, que será utilizado pelo Analisador bL
- Analisador de Traço bL
  - Ferramenta desenvolvida
  - Análise da distribuição de tarefas em cada núcleo a cada ciclo de execução

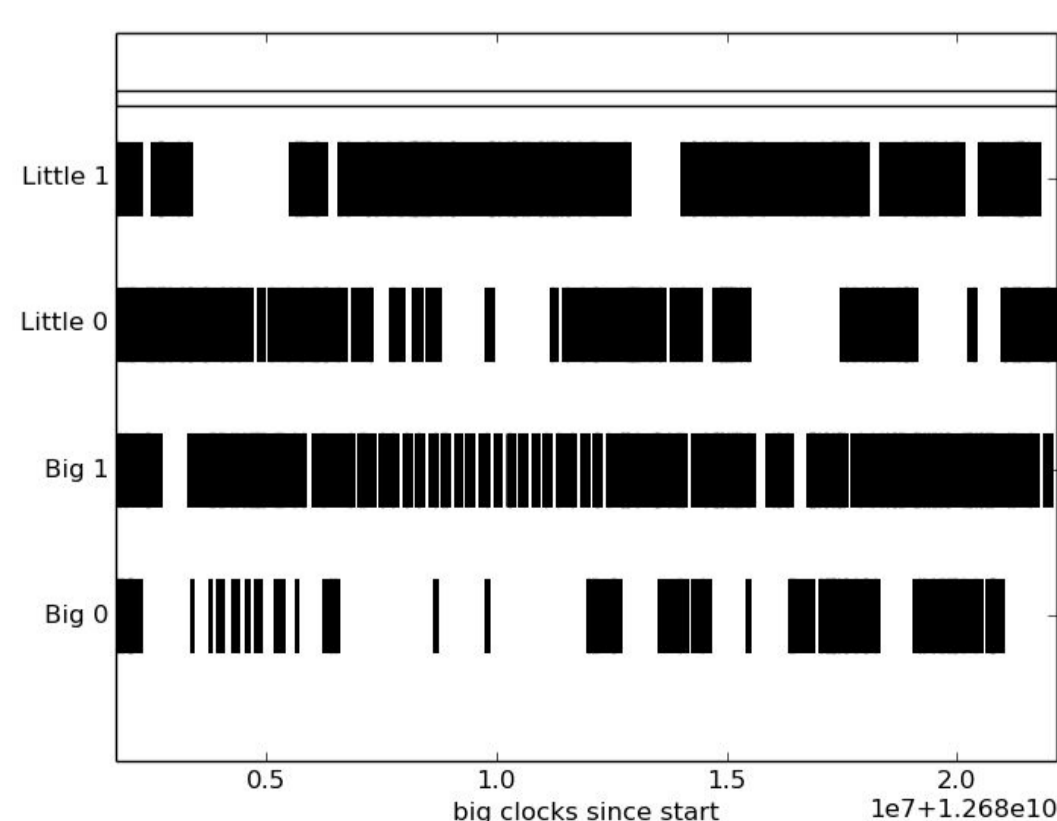


Figura 2 - Analisador de traço: Malloc

### Resultados

Para analisar o escalonamento de tarefas entre os núcleos com capacidade computacionais diferentes foram utilizadas 4 aplicações:

- **Algoritmo de Sieve:** *Multithread*, alta densidade de operações aritméticas
- **Malloc:** *Multithread*, programa faz densas alocações de memória.
- **Simple CPU:** *Single Thread*, apenas com operações aritméticas
- **Simple IO:** *Single Thread*, apenas faz leitura e escrita em arquivo

A Figura 3 apresenta a **porcentagem de tempo** das aplicações executando em cada cluster do processador. A maioria das aplicações passa mais tempo executando em core LITTLE (mais eficiente energeticamente).

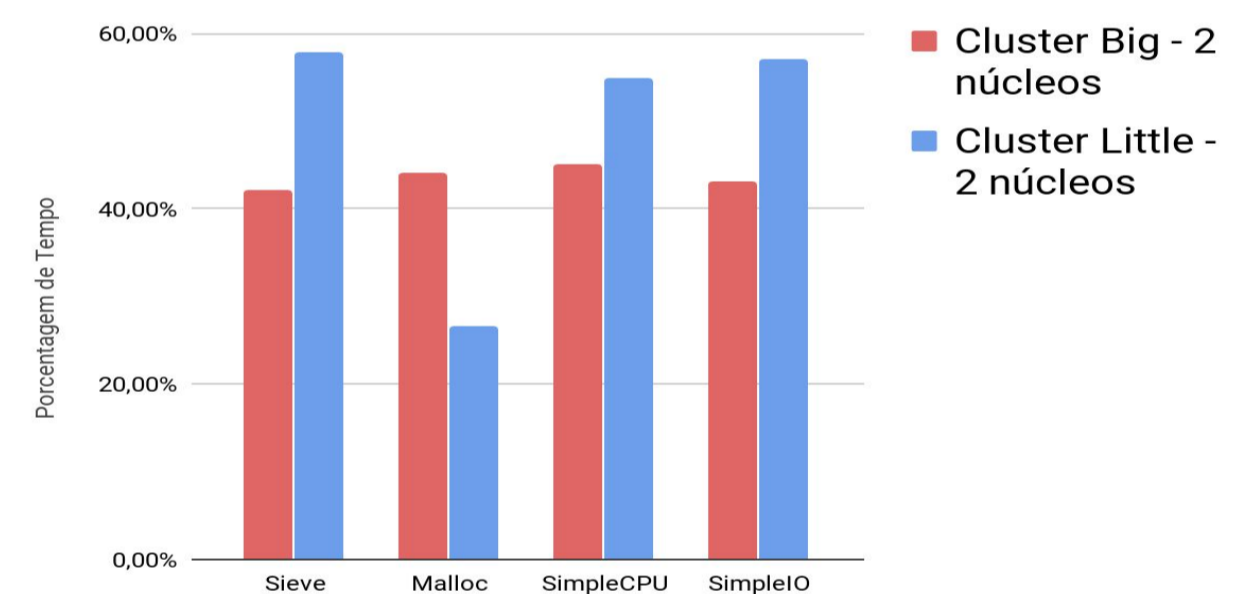


Figura 3 - Gráfico de tempo de execução em cada cluster

A Figura 4 apresenta a **porcentagem de instruções** das aplicações executadas em cada cluster do processador. Os cores big executam mais instruções por operarem em frequência maior.

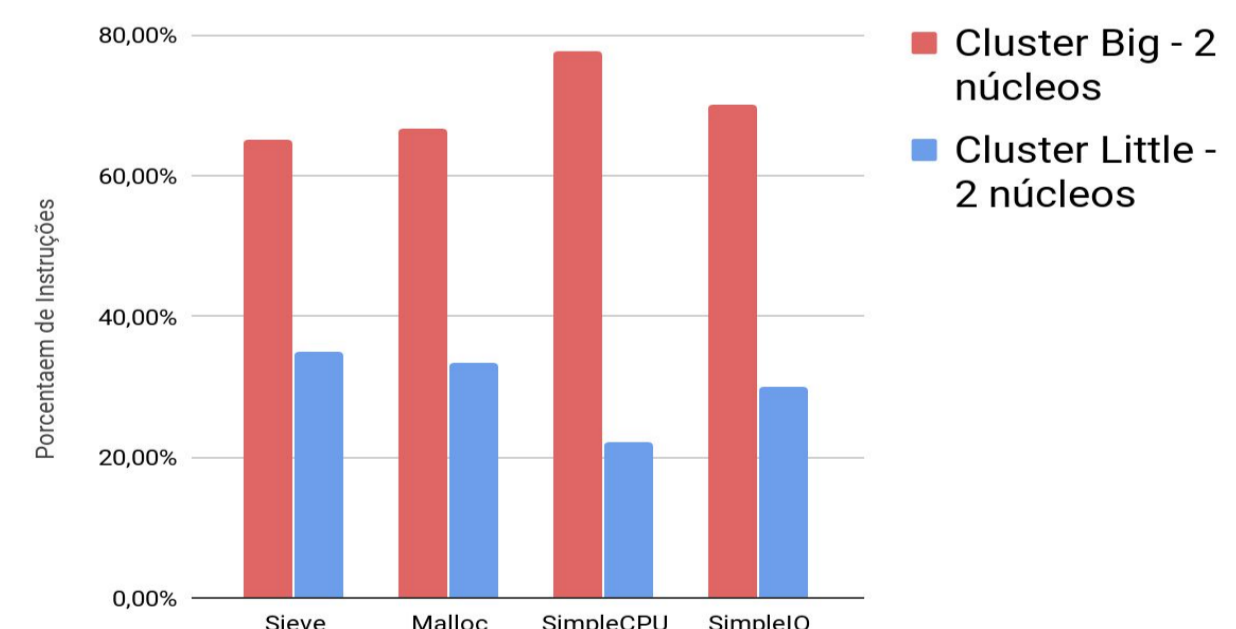


Figura 4 - Gráfico de instruções executadas em cada cluster

### Conclusão

- Cluster LITTLE executa por mais tempo
- Cluster big executa maior número de instruções
  - Devido a microarquitetura e frequência de operação, o processador big consegue executar mais instruções por segundo.

Ao analisar os gráficos das Figuras 3 e 4, percebe-se que o sistema escala as tarefas entre os núcleos big e LITTLE conforme a necessidade da aplicação. E assim aproveita-se oportunidades de economizar energia quando as tarefas podem ser executadas pelos cores LITTLE.