

# Uma Proposta de Benchmark Paralelo para Arquiteturas Multicore

Adriano Marques Garcia<sup>1</sup>, Claudio Schepke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos Avançados em Informática (LEA)  
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Alegrete  
Av. Tiarajú 810, Ibirapuitã – 97.546-550 – Alegrete – RS – Brazil

adriano1mg@gmail.com, claudioschepke@unipampa.edu.br

**Resumo.** *Este trabalho analisa um conjunto de aplicações paralelas com o objetivo de mostrar que elas possuem características distintas o suficiente para serem usadas como um benchmark. Essas aplicações foram paralelizadas utilizando: OpenMP, Pthreads, MPI-1 e MPI-2. As treze aplicações mostraram um comportamento diversificado, de tal forma que vários cenários podem ser avaliados, podendo serem utilizadas como um benchmark.*

## 1. Introdução

Nos últimos anos, o aumento da complexidade das aplicações para sistemas embarcados exigiu uma maior eficiência computacional e energética. Além disso, a chegada da computação *exascale*, com poder de processamento 1000 vezes maior do que os processadores *petascale* [Cappello et al. 2009], traz consigo a necessidade de aumentar o desempenho com menor impacto possível sobre o consumo de energia.

O objetivo da computação paralela é usar múltiplos processadores para executar simultaneamente diferentes partes do mesmo programa [Rauber and Rüniger 2010]. No entanto, os processadores devem poder trocar informações em um determinado ponto na execução. Embora o paralelismo possibilite aumentar o desempenho, a comunicação entre processadores pode levar a um gargalo de desempenho e de consumo de energia.

O paralelismo pode ser explorado com diferentes Interfaces de Programação Paralela (IPP). Cada uma delas com suas peculiaridades em termos de sincronização e comunicação, o que pode impactar no ganho de desempenho e o consumo de energia. Se uma aplicação faz uso mais intensivo de CPU ou de memória, isso também influenciará esses fatores. Portanto, embora o paralelismo permita ganhos de desempenho, isso pode levar a um maior consumo de energia. No entanto, não há ainda um *benchmark* que ofereça um bom conjunto de aplicações, completamente paralelizadas com múltiplas IPPs e com diferentes modelos de comunicação entre tarefas.

Este trabalho reúne um conjunto de 13 aplicações desenvolvidas com o objetivo de avaliar o desempenho e o consumo de energia em arquiteturas *multi-core*. O objetivo deste trabalho é realizar uma série de testes nestas aplicações para mostrar que elas possuem características suficientes para serem usadas como *benchmark* para avaliar o desempenho e o consumo de energia de diferentes IPPs em arquiteturas *multi-core*.

## 2. Benchmark Proposto

Foi realizado um estudo dos trabalhos relacionados, onde foram analisados diversos outros *benchmarks* paralelos. Entretanto nenhum deles possui um bom conjunto de

aplicações completamente paralelizado e utilizando diversas IPPs. O *benchmark* NAS, por exemplo, possui algumas aplicações paralelizadas em MPI e outras em OpenMP, porém ainda é limitado quanto necessita-se realizar uma comparação de uma aplicação com várias IPPs. Dessa forma, torna-se interessante haver um *benchmark* que apresente uma mesma aplicação paralelizada de quatro maneiras distintas.

As aplicações que constituem o *benchmark* são as seguintes: Integração Numérica (NI), Cálculo do PI (PI), Produto Escalar (DP), Série Harmônica (HA), Ordenação Par-Ímpar (OE), Transformada Discreta de Fourier (DFT), Similaridade de Histogramas (HS), Jogo da Vida (GL), Turing Ring (TR), Dijkstra (DJ), Método de Jacobi (JA), Multiplicação de Matrizes (MM) e Gram-Schmidt (GS).

### 3. Resultados e Conclusões

A Figura 1 apresenta os resultados preliminares de uso de CPU e memória de cada aplicação, divididos por IPP. Esses resultados mostram que o uso dos recursos é bastante diversificado entre as aplicações. Além disso, as IPPs também apresentam comportamento distinto. Em média, Pthreads e OpenMP utilizaram mais memória e menos CPU. Isso faz sentido se considerarmos que *threads* se comportam como processos mais “leves” para o sistema operacional.

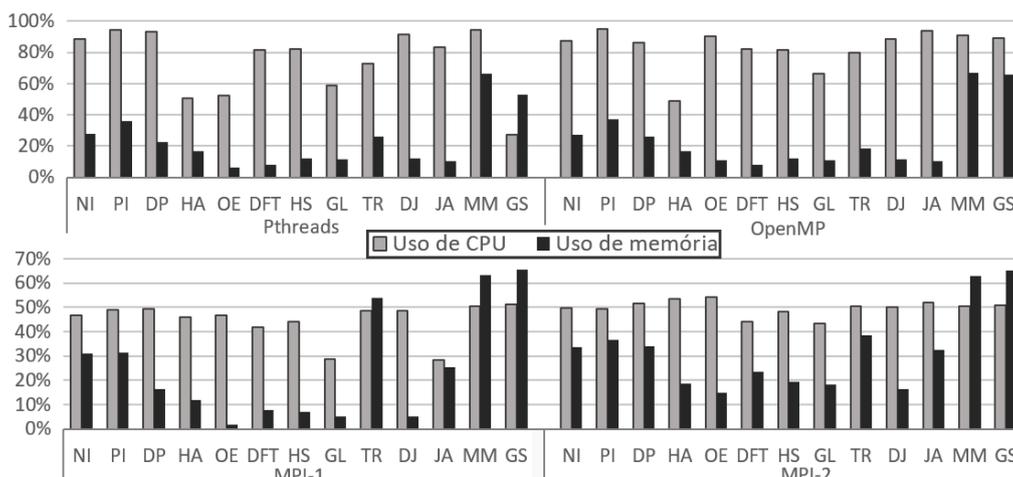


Figura 1. Uso de CPU e memória por aplicação.

Como trabalhos futuros, além de disponibilizar o *benchmark* para a comunidade, pretendemos analisar a relação entre desempenho e consumo de energia dessas aplicações. Também estudamos a possibilidade de expandir as arquiteturas alvo e implementar novas IPPs, como Intel TBT, Cilk etc.

### Referências

Cappello, F., Geist, A., Gropp, B., Kale, L., Kramer, B., and Snir, M. (2009). Toward exascale resilience. *International Journal of High Performance Computing Applications*.

Rauber, T. and Rünger, G. (2010). *Parallel programming: For multicore and cluster systems*. Springer Science & Business Media.