

# Avaliação do uso da computação paralela em redes de computadores desktop e dispositivos ARM

Adriano Serckumecka<sup>1</sup>, Fabio Favarim<sup>1</sup>, Fabrício N. de Godói<sup>1</sup>, Marco Antonio de Castro Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Acadêmico de Informática  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Paraná – PR – Brazil

{serckumecka, favarim}@utfpr.edu.br, {fabricio.n.godoi,  
marco.cb}@gmail.com

**Abstract.** *This work aims to make a comparison of cost/benefit ratio between a traditional desktop computers (HP Compaq 6005 Pro Microtower computer) cluster and a low-power consumption devices cluster, the Raspberry Pi Model B. To test them, algorithms will be implemented to solve P and NP-Hard class problems in order to collect the necessary data for speedup calculation, as well as Linpack benchmark application. With the collected data from both clusters it's possible to estimate the cost/benefit generated and their applicability. For the parallelization of algorithms and the cluster control, MPI library and Linux based operation system will be used.*

## 1. Introdução

Para resolver problemas complexos, sendo eles do cotidiano, empresariais, ou mesmo acadêmicos, máquinas computacionais cada vez melhores, alto desempenho e baixo custo, são requisitadas. E, para isto, sistemas distribuídos (*cluster*) utilizando computadores de propósitos gerais são alternativas praticáveis para atingir o alto desempenho. Entretanto, esta medida tem um custo energético elevado, tanto para alimentá-las, quanto para resfriá-las e isto, a longo prazo, torna-se inviável. A baixa eficiência energética é um ramo que vem se destacando ao longo dos anos, mostrando-se um problema preocupante [Pande et al. 2011], [Wang, Feng e Xue 2011].

Com base nessas premissas, uma solução viável é utilizar dispositivos embarcados que não necessitem de dissipadores de calor, que consumam menos energia e que sejam relativamente mais baratos, como: Raspberry Pi, BeagleBone, Cubieboard, etc., para o *cluster* de alto desempenho [Padoin et al. 2012], [Cox et al. 2013].

## 2. Solução Proposta

Os objetivos deste trabalho são a construção e comparação de dois *clusters* de alto desempenho, utilizando sete computadores de propósito geral, HP Compaq 6005 Pro Microtower, e oito dispositivos baseados em tecnologia ARM, Raspberry Pi modelo B. Cada *cluster* será projetado em uma rede isolada, para evitar possíveis congestionamentos e atrasos nos dados, assim como uma distribuição Linux, Ubuntu Server para os computadores e Raspbian para os Raspberrys, e a biblioteca MPI (*Message Passing Interface*) para paralelização, codificação e testes, assim como nos trabalhos de Padoin et al. (2012) e Cox et al. (2013).

Para comparação de ambos os *clusters* serão utilizadas medidas como: *benchmark* HP Linpack<sup>1</sup>, cálculos de *speedup*, cálculos de energia consumida e custo monetário dos

equipamentos. Os cálculos de *speedup* serão realizados a partir de algoritmos projetados para solucionar problemas, como: *Quick-Sort*, multiplicação de matriz e Caixeiro Viajante utilizando o método GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*). Para calcular a energia gasta em ambos os *clusters*, serão utilizados sensores de corrente e tensão para capturar a potência real gasta, gerando uma comparação baseada em dados reais.

### 3. Considerações Finais

Apesar dos dispositivos embarcados possuírem um poder computacional inferior em comparação aos computadores, ao utilizar técnicas de paralelização é possível equilibrar este fator, tornando os dispositivos embarcados mais viáveis. Com base nessas premissas, é possível criar um sistema computacional distribuído de alto poder de processamento e baixo custo, tanto monetário, quanto energético.

Problemas encontrados no cotidiano, tais como: carregamento e entregas, roteamento de veículos de socorro, escalonamento de trabalhadores, dentre outros, constituem-se no maior desafio da Teoria da Computação, e podem ser relacionados com problemas computacionais clássicos, como: Problema do Caixeiro Viajante, Circuito Hamiltoniano, Colônia de Formigas, etc. [Garey e Johnson 1979]. Algumas alternativas para solucionar esses problemas são: algoritmos de solução exata (resposta ótima e tempo exponencial), heurísticas e meta-heurísticas (solução viável e tempo aceitável) e paralelismo, que pode ser utilizado tanto para soluções exatas, quanto para heurísticas.

O presente artigo reporta um projeto em andamento e até a escrita deste artigo, foram realizadas revisão da literatura e de trabalhos relacionados. Realizou-se, ainda, a configuração dos dois *clusters* (*desktop* e *Raspberry*), e um *hardware* com sensor para medição do consumo energético dos equipamentos, foram implementados os algoritmos e realizados testes iniciais de funcionamento do sistema.

Como resultado destes testes iniciais pode-se observar uma discrepância de custo e benefício entre ambos os *cluster*, notando-se a inviabilidade do *cluster* de Raspberrys para processamentos de alto nível e com poucos nodos. A Tabela 1 mostra a relação de tempo e energia gasta nos *clusters* para realizar o processamento de multiplicação de matriz.

**Table 1. Resultados do processamento de multiplicação de matriz**

Problemas (matriz A) x (matriz B)	Raspberry (8 nodos)		Desktop (7 nodos)	
	Tempo (s)	Energia (Ws)	Tempo (s)	Energia (Ws)
(700x700)x(700x500)	23,298	987,969	1,015	632,911
(700x700)x(700x700)	30,458	1303,836	1,052	678,090
(1000x1000)x(1000x1000)	81,974	3532,580	1,439	1001,029
(1000x2000)x(2000x1000)	181,989	7521,049	2,852	2104,575
(2000x1000)x(1000x2000)	331,900	13688,657	3,443	2578,290

<sup>1</sup>*High Performance Linpack* é uma métrica utilizada para comparação e medição de desempenho entre duas arquiteturas diferentes por meio de cálculos de sistemas lineares

Apesar dos testes iniciais apontarem para uma direção desfavorável aos Raspberrys, novos testes serão realizados para confirmar e comprovar estes dados, bem como será testado outro algoritmo, e replicados os testes com as Cubietrucks. Para trabalhos futuros serão estudados e testados os dispositivos Cubietruck, que apresentam características aprimoradas dos Raspberrys.

## Referências

- Cox, Simon J.; Cox, James T.; Boardman, Richard P., Johnston, Steven J. (2013). "Iridis-pi: a low cost, compact demonstration cluster", Em: Cluster Computing, Southampton: Springer US, p. 1-10.
- Garey, Michael R. e Johnson, David S. (1979). "Computers and Intractability: A guide to the Theory of NP-Completeness", United States of America: Bell Telephone Laboratories.
- Padoin, Edson K.; Oliveira, Daniel A. G.; Velho, Pedro; Navaux, Philippe O. A. (2012). "Evaluating Performance and Energy on ARM-based Clusters for High Performance Computing", Em: 41st International Conference on Parallel Processing Workshops, Pittsburgh.
- Pande, Partha P.; Clermidy, Fabien; Puschini, Diego; Mansouri, Imen; Bogdan, Paul; Marculescu, Radu; Ganguly, Amlan (2011). "Sustainability through massively integrated computing Are we ready to break the energy efficiency wall for single-chip platforms?", Em: Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), v. 2, p. 1-6.
- Wang, Jun; Feng, L. e Xue, Wenwei (2011). "A review of energy efficiency technology in computer servers and cluster systems", Em: International Conference on Computer Research and Development (ICCRD), v. 2, p. 109-113.