

# Consumo de Energia em Sistemas de Armazenamento

Rodrigo V. Kassick, Laércio L. Pilla, Fábio Alves, Philippe O. A. Navaux

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

{rvkassick, llpilla, fsalves, navaux}@inf.ufrgs.br

## 1. Introdução

Sistemas de arquivos distribuídos são utilizados para o armazenamento de dados em ambientes de larga escala, onde grandes largura de banda para entrada e saída e capacidade de armazenamento são utilizados para a obtenção de maior eficiência e desempenho em aplicações intensivas em dados (por exemplo, aplicações de meteorologia) [Michalakes et al. 2008]. Estes sistemas utilizam não somente dispositivos de armazenamento de forma adicional, mas também recursos de processamento para o controle do sistema de arquivos, como a administração de *locks* e metadados.

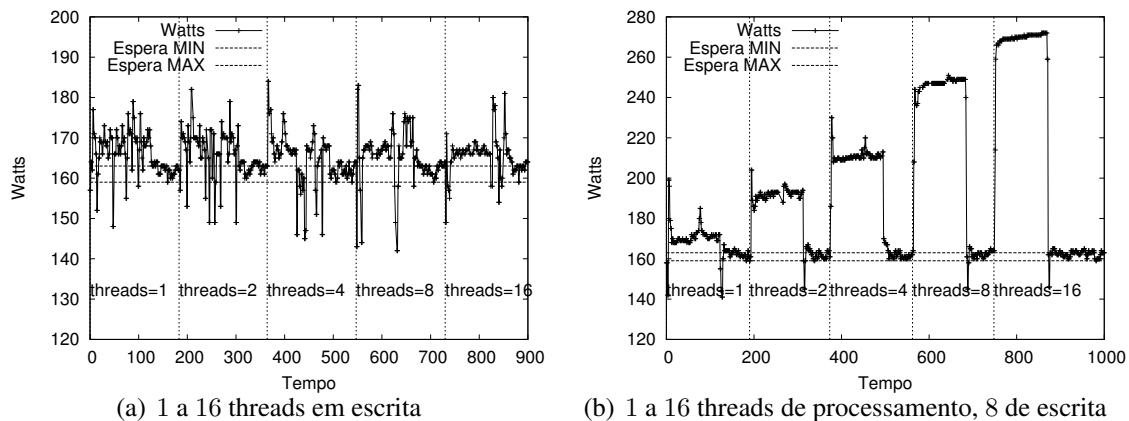
Além do desempenho, há atualmente grande atenção no consumo de potência dos sistemas de larga escala, focando nas limitações energéticas que encontrarão os sistemas de Exascale (capazes de executar  $10^{18}$  operações por segundo) [Kogge et al. 2008]. O controle refinado do consumo de potência acontece através de políticas conscientes de suas variações e necessita incluir, além dos recursos de processamento e memória, os dispositivos mecânicos, como os discos de armazenamento [Zhu et al. 2004].

Neste contexto, este artigo trata sobre a avaliação do consumo de potência em um nó sob diferentes cargas de trabalho de processamento e escrita de arquivos. Através da análise de seu comportamento, pretende-se estudar o consumo energético e desempenho de diferentes escalonamentos de entrada e saída em sistemas de arquivos distribuídos.

## 2. Avaliação experimental

Os experimentos foram executados sobre uma máquina com dois processadores Intel Xeon E5500 (2.4 a 2.66 GHZ, 4 núcleos por processador com HT, 80 W TDP) e um disco SAS de 275 GB. Para os testes, utilizou-se o sistema operacional Ubuntu Linux 9.04 64 bits e o *benchmark* Stress, disponível para sistemas Unix. O *benchmark* foi executado por períodos de 120 s para cada configuração, deixando um intervalo de 40 s entre eles para que o sistema pudesse voltar ao seu estado de espera. Para o monitoramento do consumo de potência, foi utilizado IPMI (*Intelligent Platform Management Interface*) através da biblioteca GNU FreeIPMI, com uma frequência de uma medição por segundo.

A Figura 1(a) apresenta o consumo de potência do sistema com variação no número de threads escrevendo em arquivos (progressão geométrica com base 1 e razão 2). O eixo vertical representa os diferentes valores de potência em Watts e o eixo horizontal representa o tempo em segundos. A potência do sistema em espera apresentou-se entre 159 e 163 W. A figura mostra que o aumento da potência consumida durante a execução do *benchmark* para os diferentes números de threads se mantém, em média, 10 W acima da potência do sistema em espera. Além disso, há uma maior estabilidade na potência consumida com o aumento no número de threads, o que credita-se a manutenção



**Figura 1. Diferentes cargas de trabalho e seus consumos de potência.**

do movimento do disco. Por fim, o sistema entra em estado de espera após o término das execuções em um tempo entre 10 e 20 s, o que possibilitaria o uso de nós de armazenamento para escritas de dados com pequeno sobrecusto energético para aplicações com um período de processamento maior do que este tempo.

A Figura 1(b) apresenta o consumo de potência do sistema com variação no número de threads de processamento, mantendo um número fixo de 8 threads escrevendo em arquivos. Por exemplo, na primeira execução tem-se um total de 9 threads. A figura apresenta uma escala no eixo vertical diferente do utilizado na Figura 1(a). Diferente dos resultados anteriores, pode-se perceber um aumento no consumo de potência com o aumento no número de threads de processamento, chegando a 272 W com 16 threads de processamento. Isso mostra que o impacto energético de threads de entrada e saída é muito menor do que o obtido com threads de execução.

### 3. Conclusão

Este artigo apresentou uma avaliação do consumo de potência em um computador sob diferentes cargas de trabalho. Os resultados mostraram que o uso de threads de entrada e saída leva a um aumento menor do que 10% na potência consumida e que este aumento é insignificativo quando comparado ao consumo obtido com threads de processamento. Trabalhos futuros incluirão medições e seu uso para a modelagem do consumo energético em função do comportamento das aplicações e suas estratégias de acesso a dados.

### Referências

- Kogge, P., Bergman, K., Borkar, S., Campbell, D., Carlson, W., Dally, W., Denneau, M., Franzon, P., Harrod, W., Hill, K., et al. (2008). Exascale computing study: Technology challenges in achieving exascale systems. *DARPA Information Processing Techniques Office, Washington, DC*, page 278.
- Michalakes, J., Hacker, J., Loft, R., McCracken, M. O., Snively, A., Wright, N. J., Spelce, T., Gorda, B., and Walkup, R. (2008). Wrf nature run. *Journal of Physics: Conference Series*, 125(1):012022.
- Zhu, Q., David, F. M., Devaraj, C. F., Li, Z., Zhou, Y., and Cao, P. (2004). Reducing energy consumption of disk storage using power-aware cache management. *High-Performance Computer Architecture, International Symposium on*, 0:118.