

Uma proposta para o escalonamento de jobs em ambientes de HPC com constraints monetárias e de energia elétrica *

Raul Leiria¹, Tiago Ferreto¹

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Porto Alegre – RS – Brasil

raul.leiria@acad.pucrs.br, tiago.ferreto@pucrs.br

Resumo. Em 2016 o supercomputador Santos Dumont do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) foi desligado por não haver recursos para pagar sua conta mensal de energia no valor de R\$ 500.000,00. Com o desligamento pesquisas foram prejudicadas, incluindo um estudo sobre o Zika vírus. Neste trabalho é proposta uma política de escalonamento com constraints energéticas ajustáveis em tempo de execução para ambientes de HPC.

1. Introdução

High Performance Computing (HPC) consiste em várias unidades ativas colaborando na resolução de um mesmo problema [Yamin et al. 2006]. Diferente da computação doméstica, a HPC foi planejada para aumentar o desempenho na execução de aplicações de maneira a tornar seu tempo de execução menor. Isso leva a sua adoção para o avanço de pesquisas científicas, busca de petróleo, modelagem climática, medicina e diversas outras áreas que requeiram alto poder computacional.

Supercomputadores fazem parte de ambientes de HPC e permitem a execução paralela de aplicações computacionais. Em 2016 a conta de energia elétrica mensal do supercomputador Santos Dumont custava cerca de R\$ 500.000,00, o que corresponde à 80% dos recursos destinados ao Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) por parte do Governo do Brasil [Sabóia 2016]. Neste trabalho é proposta uma política de escalonamento de *jobs* paralelos que considera *constraints* monetárias e de energia elétrica que podem ser alteradas em tempo de execução na plataforma de HPC.

2. Trabalhos relacionados

Na Tabela 1 é possível visualizar uma versão resumida da revisão bibliográfica realizada neste trabalho. O trabalho mais semelhante ao que está sendo desenvolvido é o de [Dutot et al. 2017]. Entretanto, Dutot não considera em seu algoritmo priorização de *jobs*, variações no preço da energia elétrica e tampouco no *budget* energético disponível. Apenas [Murali et al. 2015] e [Yang et al. 2013] consideram variações no preço da energia elétrica, mas em granularidades fixas (turno ou diária). [Kumbhare et al. 2017] e Dutot não implementaram priorização de *jobs* em seus trabalhos. Contudo, nenhum dos trabalhos elencados nesta seção suporta em tempo de execução variações no *budget* de energia elétrica da plataforma de HPC.

*Este trabalho foi apoiado pelo Programa PDTI, financiado pela Dell Computadores do Brasil Ltda. (Lei 8.248/91)

Autor	Abordagem	Ambiente	Priorização de jobs	Preço variável de energia	Budget estático
Kumbhare et al. 2017	Heurística	Real	NA	NA	Energia
Sakamoto et al. 2017	Extensão para o SLURM	Real	Automática	NA	Energia
Dutot et al. 2017	Política de escalonamento	Simulado	NA	NA	Energia
Murali et al. 2015	Política de escalonamento	Simulado	Opcional	Diário	Monetário
Yang et al. 2013	Simulador	Simulado	Perfis energéticos	Turno	Energia

Tabela 1. Trabalhos relacionados

3. Arquitetura

A arquitetura de funcionamento da política proposta pode ser visualizada na Figura 1. A política *Dynamic Easy Backfilling* é uma extensão ao algoritmo de *Easy Backfilling* com o propósito de torná-lo dinâmico em relação à execução prioritária de *jobs* sem ultrapassar um teto máximo de energia estabelecido, que pode ser variável em tempo de execução. As mudanças no *budget* ainda podem ocorrer indiretamente através de alterações no custo da energia elétrica ou no tempo máximo de operação do *cluster* dada a energia disponível.

O desenvolvimento da política está sendo realizado no *framework* SimGrid que realiza a simulação de plataformas de HPC [Dutot et al. 2017]. Em conjunto ao SimGrid estão sendo utilizadas às ferramentas BatSim para a simulação de um *Resource and Job Management System* (RJMS) e o PyBatSim [Dutot et al. 2017] como *wrapper* para o desenvolvimento da política proposta na linguagem de programação Python.

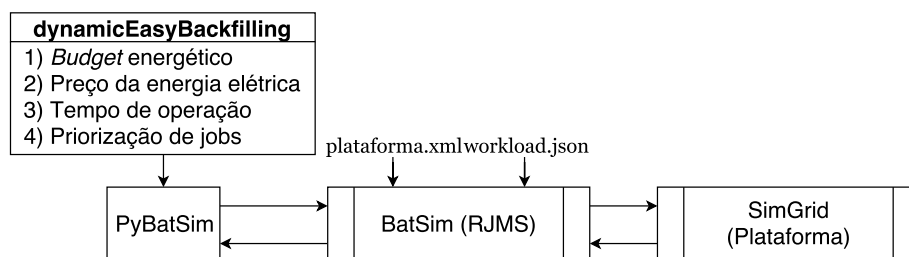


Figura 1. Política de escalonamento proposta

4. Resultados esperados

A principal contribuição deste trabalho é possibilitar que ambientes de HPC possam executar suas aplicações mesmo que hajam restrições na utilização da energia elétrica disponível. A implementação da política *Dynamic Easy Backfilling* é um trabalho em andamento e seu desenvolvimento é modularizado nas seguintes funções. (i) Predição e gestão de energia dos *jobs* e da plataforma; (ii) Reordenação de filas quando houver mudanças nos parâmetros da plataforma; e (iii) Retirada de *jobs* em execução.

Referências

- Dutot, P.-F., Georgiou, Y., Glesser, D., Lefevre, L., Poquet, M., and Rais, I. (2017). Towards energy budget control in hpc. In *Proceedings of the 17th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing*, pages 381–390. IEEE Press.
- Sabóia, G. (2016). CBN - Ciência e Saúde - Sem dinheiro para conta de luz, supercomputador é desligado. (Acessado em 09/07/2017).
- Yamin, A. C., Rose, C. A. F. D., Cavalheiro, G. G. H., and Diverio, T. A. (2006). *Caderno dos Cursos Permanentes*. ERAD.