

# Uma proposta para o monitoramento energético de nuvens computacionais privadas no Zabbix

Raul Leiria<sup>1</sup>, Adriano Vogel<sup>1</sup>, Dalvan Griebler<sup>1</sup>, Claudio Schepke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Porto Alegre – RS – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Alegrete – RS – Brasil

{raul.leiria, adriano.vogel, dalvan.griebler}@acad.pucrs.br

claudioschepke@unipampa.edu.br

**Resumo.** *Computação em Nuvem se consolidou nos últimos anos como um novo paradigma computacional devido a sua ampla utilização. Isso resulta em um aumento do consumo de energia nos data centers. Consequentemente, existe uma crescente demanda por monitoramento energético em infraestruturas computacionais. Dessa forma, nesse trabalho é proposto um mecanismo para monitoramento do consumo energético para infraestruturas de nuvem usando a ferramenta de código aberto Zabbix.*

**Abstract.** *In the last years, cloud computing has been consolidated as a new computational paradigm due to its widespread adoption. Proportionally, this leverages to the increasing of the power consumption by data centers. As a consequence, there is a witnessed about the growing demand for monitoring the power consumption on computational infrastructures. Therefore, in this work is proposed a mechanism to monitor the cloud computing power draw through the Zabbix open-source networking monitoring tool.*

## 1. Introdução

A computação em nuvem é um paradigma que vem sendo amplamente adotado nos últimos anos por usuários domésticos e empresariais. A facilidade do sistema *Pay-As-You-Go* [Aldossary and Djemame 2016] permite ao usuário alocar recursos computacionais conforme às necessidades de suas aplicações e pagar apenas pelo que se utiliza. Além disso, a computação em nuvem oferece diferentes níveis de interação para o usuário [Vogel et al. 2016], sendo possível contratar desde máquinas virtuais até serviços de mais alto nível como *object storage* e *Content Delivery Networks* (CDNs).

Nuvens computacionais podem ser implantadas tanto em *data centers* de terceiros quanto em *data centers* locais pertencentes ao usuário. No primeiro caso trata-se de uma nuvem pública [Buyya et al. 2013], onde a infraestrutura para hospedagem é alugada, podendo o usuário escolher quais níveis de interação são convenientes para gerenciar e hospedar suas aplicações. No segundo caso trata-se de uma nuvem privada [Buyya et al. 2013], onde o usuário é responsável pela gerência de toda sua infraestrutura. Nesse caso, a latência para serviços locais é bastante baixa em comparação à nuvem pública e o usuário possui maior liberdade em todos os níveis que compõem esse sistema computacional.

## 2. Motivação

Nuvens privadas são orquestradas por ferramentas gerenciadoras e específicas para esse fim. Essas ferramentas são modularizadas para atender diferentes tipos de demandas computacionais como virtualização, armazenamento de bloco e de objetos, rede, alta disponibilidade e confiabilidade. Usualmente, gerenciadores de nuvem permitem interação via *Command Line Interface* (CLI), *Application Programming Interface* (API) e interface *Web*. As próprias plataformas de nuvem disponibilizam diferentes tipos de informações e métricas acerca de seu estado, sendo ainda possível a integração dessas métricas com ferramentas para monitoramento de ativos de rede, como o Zabbix [Dalle Vacche 2015] que se comunica através do protocolo *Simple Network Management Protocol* (SNMP) [Mauro and Schmidt 2005].

Apesar disso, as atuais ferramentas para gerenciamento de nuvem [Leiria et al. 2016] e monitoramento de ativos de rede não possuem mecanismos nativos para estimar ou medir o consumo de energia elétrica dos recursos computacionais em uso. Há uma grande preocupação por parte da indústria e da academia em relação ao consumo de energia elétrica dos *data centers*, uma vez que eles são responsáveis por a emissão de pelo menos 2% do dióxido de carbono mundial [Schulz 2009]. Por essas razões, neste trabalho é proposto um mecanismo para o monitoramento energético de nuvens privadas de forma integrada com a ferramenta Zabbix.

## 3. Trabalhos relacionados

Com a crescente adoção de nuvens privadas por provedores e empresas, monitorá-las tem se tornado crucial. Em vista disso, [Skvortsov et al. 2016] realizaram uma análise comparativa de dois *frameworks* europeus intitulados respectivamente ECO2Clouds e EXCESS. Ambos monitoram o consumo energético de nuvens por meio do Zabbix com o propósito de reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>. Foi concluído que o EXCESS possui maior precisão a nível de servidor físico ao passo que o ECO2Clouds se diferencia a nível de virtualização e aplicações.

No trabalho de [Aldossary and Djemame 2016] os autores observaram que os atuais provedores de nuvem geralmente cobram o usuário por tempo de utilização dos recursos independente da quantidade de uso e da energia consumida. Por esse motivo os autores implementaram um algoritmo intitulado *Cost and Energy Aware Scheduling* (CEAS) para relacionar preço, energia elétrica consumida e desempenho. Testes foram realizados em um Testbed baseado em OpenNebula onde suas instâncias foram monitoradas utilizando o Zabbix. Quando utilizado o algoritmo dos autores foi possível obter até 63,3% de redução nos gastos monetários totais com energia elétrica em relação aos atuais modelos de cobrança.

[Iqbal et al. 2016] afirmam que vários trabalhos estão focados apenas no consumo energético agregado (total) dos *data centers* de nuvem, havendo por isso possibilidades de otimização em formas granulares, como a nível de Unidade de Processamento Central (CPU). Logo, nesse trabalho os autores propuseram monitorar os processadores dos servidores com a ferramenta Zabbix via protocolo SNMP. O objetivo é determinar o consumo de energia de cada servidor em razão de seus níveis de uso das unidades de processamento.

Apesar dos trabalhos apresentados nesta seção utilizarem o Zabbix para realizar o monitoramento energético de nuvens computacionais, nenhum deles utiliza os recursos de *triggers* e alarmes para emitir avisos sobre eventuais picos de consumo de energia elétrica que possam inclusive levar à violação de *Service Level Agreement (SLAs)* junto à concessionária de fornecimento de energia. Além disso, as *triggers* do Zabbix podem ser utilizadas para que ações sejam executadas sempre algum limite pré-definido for atingido.

#### 4. Arquitetura

Nesta primeira etapa do trabalho será modelado o mecanismo para realizar o monitoramento energético em nuvens computacionais de maneira que seja possível a integração com o Zabbix, conforme pode ser visto na Figura 1. Em cada servidor de computação da nuvem haverá um módulo designado para listar quais instâncias estão sendo executadas. No sistema operacional do servidor hospedeiro, cada instância de máquina virtual é representada por um identificador de processo (PID) [Tanenbaum and Herbert 2014] que permite obter estatísticas acerca de quais recursos computacionais estão sendo utilizados junto às respectivas quantidades de uso.

Apesar dos mecanismos utilizados para o monitoramento de energia estarem disponíveis em *hardware*, é possível utilizar modelos matemáticos para estimar o consumo de energia elétrica de cada processo do sistema operacional. Em geral, os modelos de energia recebem estatísticas de uso do sistema operacional com a porcentagem respectiva a cada identificador de processo das instâncias em conjunto com dados energéticos obtidos através de sensores do *hardware*. Essas informações são aplicadas como entradas no modelo matemático para obter à estimativa energética de cada instância de máquina virtual.

O mecanismo proposto será agnóstico em relação ao sistema operacional de instâncias de máquinas virtuais e de suas aplicações internas em execução. Apesar disso, o determinante da quantidade de energia elétrica consumida pela máquina virtual são as cargas de trabalho executadas por suas aplicações. Todavia, mesmo que se desconheça quais aplicações estão em execução o monitoramento energético das instâncias de máquinas virtuais poderá ser realizado, visto que a sua execução sempre ocorre em nível de servidor hospedeiro.

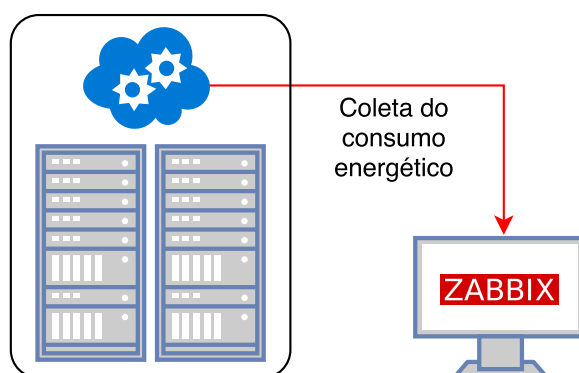


Figura 1. Arquitetura do mecanismo proposto

## 5. Resultados esperados

Nas próximas etapas será realizado o desenvolvimento do modelo proposto neste trabalho. Se espera que em situações onde houver picos no consumo de energia elétrica seja possível registrar no banco de dados do Zabbix quais componentes da nuvem estão levando ao maior consumo, com isso levando à emissão de alertas sobre o estado energético em que a nuvem se encontra. Em um segundo momento se espera com base nas informações das métricas de energia ser possível tomar decisões de modo que instâncias possam ser desligadas ou realocadas em servidores físicos que estejam mais propícios a hospedá-las.

## Referências

- Aldossary, M. and Djemame, K. (2016). Energy Consumption-based Pricing Model for Cloud Computing. In *32nd UK Performance Engineering Workshop*, pages 16–27. University of Bradford.
- Buyya, R., Vecchiola, C., and Selvi, S. T. (2013). *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes.
- Dalle Vacche, A. (2015). *Mastering Zabbix*. Packt Publishing Ltd.
- Iqbal, A., Pattinson, C., and Kor, A.-L. (2016). Managing energy efficiency in the cloud computing environment using SNMPV3: A quantitative analysis of processing and power usage. In *Dependable, Autonomic and Secure Computing, 14th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 2nd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech), 2016 IEEE 14th Intl C*, pages 239–244. IEEE.
- Leiria, R., Schepke, C., Mello, A., and Griebler, D. (2016). Um monitor de consumo energético para computação em nuvem na ferramenta OpenNebula. *Simpósio de Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (WSCAD)*.
- Mauro, D. and Schmidt, K. (2005). *Essential SNMP: Help for System and Network Administrators*. "O'Reilly Media, Inc".
- Schulz, G. (2009). *The Green and Virtual Data Center*.
- Skvortsov, P., Hoppe, D., Tenschert, A., and Gienger, M. (2016). Monitoring in the Clouds: Comparison of ECO2Clouds and EXCESS Monitoring Approaches. *arXiv preprint arXiv:1601.07355*.
- Tanenbaum, A. and Herbert, B. (2014). *Modern Operating Systems*. "Pearson".
- Vogel, A., Griebler, D., Maron, C. A., Schepke, C., and Fernandes, L. G. (2016). Private IaaS clouds: a comparative analysis of OpenNebula, CloudStack and OpenStack. In *Parallel, Distributed, and Network-Based Processing (PDP), 2016 24th Euromicro International Conference on*, pages 672–679. IEEE.