

# Comparação de Desempenho do Workload YCSB em Raspberry PI B+ e 3

Guilherme Souza S.<sup>1</sup>, João Vitor V. T. de Oliveira <sup>1</sup>, Mauricio L. Pilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)  
Caixa Postal 354 – 96010-610 – Pelotas – RS – Brazil

{gdsds, jvvtoliveira, pilla}@inf.ufpel.edu.br

**Resumo.** Atualmente 1,4% da energia mundial produzida é consumida por *datacenters*. Cujas máquinas possuem uma composição da hardware convencional com um alto consumo de energia. Existem, porém, dispositivos de arquitetura ARM cuja característica principal é o baixo consumo e, assim como os dispositivos convencionais, também atendem as demandas computacionais de uma nuvem. Portanto, esse trabalho tem como objetivo comparar a eficiência energética entre dois dispositivos de arquitetura ARM, Raspberry PI B+ e PI 3.

## 1. Introdução

A computação em nuvem é um modelo de negócios que disponibiliza o acesso a uma gama de recursos computacionais de maneira ubíqua, conveniente e sob demanda [?] tendo sua estrutura física composta de máquinas convencionais com alto consumo de energia, situadas dentro de um *datacenter*. Portanto, o consumo de energia é uma das principais preocupações dos provedores de sistemas de nuvem, tendo em vista que o custo tanto financeiro quanto ambiental de manutenção da nuvem reflete nos preços oferecidos pelo provedor, gerando repercussão em todas as fases do planejamento do *datacenter* da nuvem. Esse consumo anual acumulado dos *datacenters* ao redor do mundo é estimado em 26 GW, correspondendo a cerca de 1,4% da energia mundial consumida [?].

Com base nisso, em [?] foi desenvolvido um comparativo entre uma máquina de *hardware* convencional e um dispositivo de arquitetura ARM com baixo consumo de energia, a fim de averiguar a viabilidade de se trocar parte das máquinas de um *datacenter* por dispositivos especializados em baixo consumo de energia, respeitando sempre o *service-level-agreement*. Em sequência, neste artigo propõe-se a comparação entre dispositivo utilizado no trabalho anterior (Raspberry Pi Model B) e sua versão atualizada (Raspberry Pi 3 Model B).

Foram utilizadas as métricas de vazão de operações (medida em operações por segundo), consumo energético (medido em Watts) e operações por unidade de consumo (medido em operações por segundo por watt) medidas pelo *benchmark* Yahoo Cloud Serving Benchmark (YCSB) para a comparação entre os dois dispositivos. A finalidade deste trabalho é determinar a diferença entre os dois dispositivos no quesito poder de processamento, determinando qual se encaixa melhor na posição de nó de baixo consumo de uma nuvem *OpenStack*.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os dispositivos utilizados e suas características físicas, bem como o *benchmark* e a metodologia dos testes. Na Seção 3, são expostos os resultados obtidos após a execução do *benchmark*. Concluindo-se o trabalho na Seção 4

## 2. Metodologia

Nesta seção aborda-se a metodologia aplicada na realização do trabalho, o *hardware* utilizado na comparação, o *benchmark* escolhido para medição e o método de análise estatística dos resultados.

### 2.1. Hardware Utilizado

Os computadores Raspberry PI foram originalmente concebidos para inspirar jovens programadores a aprimorar seu talento em codificação, ganhando um lugar no curso de informática na Universidade de Cambridge [?]. Esse dispositivo pode ser adquirido por um valor razoavelmente baixo e possui utilização em automações de diversos meios. As características de *hardware* dos dispositivos são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Especificações do *hardware* dos dispositivos, segundo o fabricante [?].**

Especificação	Raspberry PI B+	Raspberry PI 3
Processador	BCM2835 Single Core 700MHz	BCM2837 64Bit Quad Core 1.2GHz
Arquitetura	ARM11	ARMv8
RAM	512MB SDRAM 400MHz	1GB SDRAM 400MHz
Armazenamento	MicroSD	MicroSD
USB 2.0	4 Portas USB	4 Portas USB
Máxima Corrente/ Tensão	700mAh / 5V	2,4A / 5V
GPIO	40 pins	40 pins

### 2.2. Benchmark

O *benchmark* escolhido para a utilização nesse trabalho foi o *Yahoo! Cloud Serving Benchmark* (YCSB) [?]. Esse *benchmark* mede o desempenho de um banco de dados aplicada a uma série de cargas de trabalho padronizadas que representam casos de uso reais, são obtidas informações como vazão de operações e atraso de processamento das requisições. O teste é dividido em duas partes, o carregamento (*load*) e a execução (*run*).

O processo de *load* executa inserções no banco de dados, o preparando para a etapa seguinte. O processo de execução, *run*, consiste em inserções, atualizações (*updates*) e remoções de chaves no banco de dados. Ao término de ambas as etapas o *software* gera vários resultados, entre eles o tempo de execução (*runtime*) e o número médio de operações por segundo (*Throughput*), entre outros.

O YCSB contém seis diferentes cargas de trabalho, chamadas de *Workload A* à *Workload F*. Foram utilizados 4 delas para realização desse trabalho, as especificações dos testes podem ser vistas na Tabela 2.

### 2.3. Metodologia dos Testes

Em ambos os modelos do *hardware* utilizado, foi instalado o YCSB e o banco de dados MongoDB, seguindo as indicações na documentação da ferramenta [?]. Os testes foram rodados por meio de linhas de comando, juntamente com um Script de execução, que realizava os seguintes passos para cada *workload*:

**Tabela 2. Características dos *workloads* utilizados nesse trabalho [?]**

<i>Workload</i>	Numero de Ops	Leitura	<i>Update</i>	Detalhes
A	1000	50%	50%	Simula salvar uma sessão
B	1000	95%	5%	Simula adição de <i>tags</i> a foto
C	1000	100%	0%	Simula <i>cache</i> de perfil do usuário
D	1000	95%	0%	5% de inserção não ordenadas

1. Executa o carregamento de chaves através do comando *ycsb load*.
2. Realiza o teste utilizando o comando *ycsb run*, redirecionando a saída para um arquivo txt.
3. Limpa as chaves do banco de dados.

O *script* foi executado 30 vezes para a obtenção dos resultados. Utilizou-se a métrica de vazão de operações (*vazão*) como medida de desempenho do dispositivo. Realizando o cálculo da potência média de consumo do dispositivo utilizando a fórmula:  $Potência = Tensão * Corrente$ , levando em consideração as informações de consumo de corrente fornecidas pelo fabricante [?], juntamente com dados anteriores [?].

### 3. Resultados

Os resultados estão sumarizados na Tabela 3, separados por *workloads*. Devido à necessidade de processamento perante as requisições do banco de dados, é estimado que os principais responsáveis pela baixa vazão de operações quanto pela uniformidade dos resultados, sejam seus processadores ARM. A Raspberry PI B+ e Raspberry PI 3 alcançaram, respectivamente, 2 e 4 operações por Watt. Logo a Raspberry PI 3 apresenta uma eficiência energética superior à sua predecessora em teste, na execução do *benchmark*.

**Tabela 3. Média da vazão, em operações por segundo, dos *workloads* dos dispositivos**

<i>Workload</i>	<i>Hardware</i>	Média de Vazão	Potência(W)	Operações por Watt
A	Raspberry PI B+	8,2284	3,5	2,3509
A	Raspberry PI 3 B	29,3186	6,7	4,3759
B	Raspberry PI B+	8,5988	3,5	2,4568
B	Raspberry PI 3 B	31,4668	6,7	4,6965
C	RaspberryPI B+	9,0206	3,5	2,5773
C	Raspberry PI 3 B	32,3902	6,7	4,8343
D	Raspberry PI B+	8,1066	3,5	2,2161
D	Raspberry PI 3 B	30,6513	6,7	4,5748

### 4. Conclusão

Nesse trabalho foi realizado um estudo comparativo de eficiência energética entre os dispositivos Raspberry PI B+ e Raspberry PI 3. Para a avaliação de consumo energético foi utilizado o *benchmark* YCSB.

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que a Raspberry PI 3 apresenta eficiência energética superior a Raspberry PI B+, no *benchmark* aplicado neste estudo, e no quesito medido, operações por Watt.

Como trabalhos futuros, pretende-se prosseguir na comparação energética entre placas SBC (*Small Board Computers*) de fabricantes variados. Como segundo trabalho futuro considerando os resultados obtidos pela avaliação dos dispositivos desse estudo, pretende-se agregar a Raspberry PI 3 a uma nuvem *OpenStack*, assumindo o papel de um nó computacional de baixo consumo. A partir deste ambiente, será realizada uma avaliação minuciosa do desempenho e comportamento na nuvem, principalmente o consumo energético, de forma à averiguar a minimização de gastos de energia da nuvem como um todo.