

## ANÁLISE DE SIMULADORES PARA MODELAGEM E DIMENSIONAMENTO DE INFRAESTRUTURAS DE NUVEM HÍBRIDA

JOÃO ANTONIO SOARES<sup>1</sup>; GERSON GERALDO H. CAVALHEIRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – *{jansoares, gerson.cavalheiro}@inf.ufpel.edu.br}*

### 1. INTRODUÇÃO

A computação em nuvem, com seus modelos Infraestrutura, como Serviço (IaaS), Plataforma como Serviço (PaaS) e Software como Serviço (SaaS), tem se tornado uma opção amplamente utilizada para atender às necessidades de escalabilidade, sustentabilidade e privacidade (MELL; GRANCE, 2011). Existem dois modelos fundamentais para implantação de serviços em nuvem: utilizando uma nuvem pública por locação dos recursos ou privada, onde os recursos pertencem ao usuário. A nuvem híbrida combina os benefícios das nuvens privadas e públicas, oferecendo flexibilidade e controle, mas também trazendo desafios relacionados ao gerenciamento e integração dos recursos (MANSOURI; PROKHORENKO; BABAR, 2020). Neste contexto, o uso de simuladores se apresenta como uma solução eficiente para modelar e testar diferentes estratégias de infraestrutura antes da implementação em ambientes reais (BUYYA; BARRETO, 2015).

Dado a diversidade de ferramentas de simulação disponíveis, cada uma com diferentes recursos, funcionalidades e limitações, é essencial um entendimento de suas capacidades para garantir uma escolha adequada ao cenário de pesquisa específico. Esta investigação é motivada pela observação de que não existe uma única ferramenta capaz de atender a todos os tipos de cenários em nuvem híbrida, tornando fundamental a análise comparativa entre as alternativas. Este estudo se propõe a avaliar três simuladores: SimGrid (CASANOVA; LEGRAND; QUINSON, 2008), CloudSim Plus (SILVA FILHO et al., 2017) e WCSim (DOS SANTOS et al., 2023), em relação à sua capacidade de dimensionar infraestruturas de nuvem híbrida e representar cargas de trabalho.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia dos experimentos baseou-se em um estudo de caso que analisou a escalabilidade de infraestruturas de nuvem. Foram considerados três fluxos de trabalho científicos: Epigenomics, Montage e Seismology. As instâncias dos fluxos de trabalho foram geradas sinteticamente a partir de dados reais, utilizando o framework WfCommons (COLEMAN et al., 2022).

Os experimentos foram realizados usando os simuladores SimGrid<sup>1</sup>, CloudSim Plus<sup>2</sup> e WCSim<sup>3</sup>, nos quais os cenários foram programaticamente implementados. No SimGrid, foi empregado um mecanismo integrado para gerar tarefas a partir de um arquivo de entrada, enquanto no CloudSim Plus foi implementada uma desserialização para transformar tarefas no formato Json em objetos Cloudlet. No WCSim, as tarefas foram adaptadas para um formato desenvolvido especificamente para o simulador.

<sup>1</sup> <https://framagit.org/simgrid/simgrid> Acesso em: 10/10/2024

<sup>2</sup> <https://github.com/cloudsimplus/cloudsimplus> Acesso em: 10/10/2024

<sup>3</sup> <https://github.com/GersonCavalheiro/WCSim> Acesso em: 10/10/2024

As simulações empregaram infraestruturas de nuvem com diferentes capacidades de processamento, armazenamento e rede, categorizadas em três cenários: 'Baixa Capacidade', 'Capacidade Padrão' e 'Alta Capacidade', como apresentado na Tabela 1.

Capacidade	Número de Hosts	Número de Núcleos	Capacidade de Rede (Mbps)	Capacidade de Armazenamento (TB)
pequena	6	72	40	1
média	18	216	100	3
alta	34	816	100	5

Tabela 1 – Tamanho de instâncias consideradas para os experimentos

Diferentes estratégias de escalonamento foram aplicadas nos níveis de tarefa, máquina virtual, servidor e sítio de processamento (SP). Para o escalonamento de tarefas, adotou-se a estratégia preemptiva de fatiamento de tempo. A nível de máquina virtual (MV), foi utilizada uma estratégia de alocação compartilhada, permitindo a alocação de mais MV do que os recursos fisicamente disponíveis, repartindo uniformemente o poder de processamento entre elas. A política *Worst Fit* foi aplicada no nível de SP, e a migração de MVs entre SP foi considerada quando a utilização excedeu um limite superior de 125%. A Figura 1 apresenta as estratégias de escalonamento em cada nível.

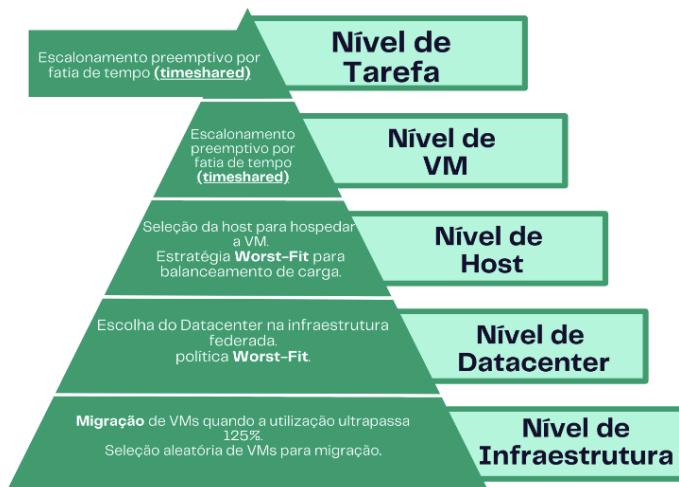


Figura 1 – Hierarquia de Estratégias de Escalonamento em Diferentes Níveis da Infraestrutura Computacional

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam que dependências iniciais afetam diretamente a eficiência de execução, destacando a importância de identificar tarefas críticas que demandam mais tempo para otimizar o escalonamento e o uso de recursos. A simulação do fluxo de trabalho Epigenomics revelou que a capacidade da infraestrutura impacta significativamente o desempenho. Infraestruturas de baixa capacidade rapidamente atingiram saturação, resultando em tempos de execução prolongados de 4051,60 segundos devido à sobrecarga. Em contrapartida, infraestruturas de média e alta capacidade reduziram os tempos de execução

para 1755,29 e 1615,74 segundos, respectivamente, como mostrado na Tabela 2. Esses resultados evidenciam que melhorias na capacidade da infraestrutura não sempre se traduzem em aumentos proporcionais no desempenho devido à natureza linear e dependente das tarefas.

Capacidade	Duração (s)	Duração Média das Tarefas (s)
pequena	4051,60	193,59
média	1755,29	98,73
alta	1615,74	107,02

**Tabela 2 – Comparação do tempo de execução e das tarefas da aplicação Epigenomics**

Similarmente, o fluxo de trabalho Montage se beneficiou de infraestruturas com maior capacidade (Tabela 3). A baixa capacidade resultou em um tempo médio de execução de 267,09 segundos por tarefa. Transições para capacidades média e alta reduziram os tempos para 162,36 e 120,6 segundos, respectivamente, indicando uma melhoria direta na eficiência da gestão de cargas de trabalho, embora com ganhos marginais nas capacidades mais altas.

Capacidade	Duração (s)	Duração Média das Tarefas (s)
pequena	2921,89	267,09
média	1203,78	162,36
alta	786,23	120,6

**Tabela 3 – Comparação do tempo de execução e das tarefas da aplicação Montage**

Para o fluxo de trabalho Seismology, uma demanda menor por VMs permitiu uma gestão eficaz dos recursos, mesmo em infraestruturas de capacidade menor, como ilustrado na Tabela 4. Isso sugere que melhorias, mesmo pequenas, na infraestrutura podem significativamente reduzir o tempo de execução das tarefas.

Capacidade	Duração (s)	Duração Média das Tarefas (s)
pequena	1295,72	703,93
média	1110,42	637,75
alta	1014,66	590,48

**Tabela 4 – Comparação do tempo de execução e das tarefas da aplicação Seismology**

#### **4. CONCLUSÕES**

Este estudo explorou o uso de ferramentas de simulação de nuvem no suporte de aplicações científicas em nuvens híbridas. O estudo revela que, apesar de suas

vantagens inerentes, a integração de infraestruturas de nuvem híbrida apresenta desafios de gerenciamento e escolha de serviços. O SimGrid, útil em sistemas distribuídos, exigiu um esforço maior de programação, enquanto o CloudSim Plus se destacou pela sua robustez e suporte comunitário, apesar dos desafios técnicos encontrados. O WCSim, desenvolvido internamente, mostrou-se promissor para simulações de larga escala, beneficiando-se de sua base em C++.

Os resultados destacam a importância de selecionar a ferramenta de simulação adequada, baseada não apenas em suas características técnicas, mas também nas necessidades específicas das cargas de trabalho e infraestruturas envolvidas. Futuramente, planeja-se aprimorar o WCSim com funcionalidades como a escalabilidade de recursos virtuais e a integração de novas tecnologias, como virtualização via contêineres e modelagem de micro-serviços, para melhor refletir os avanços na computação em nuvem.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MELL, P. M.; GRANCE, T. SP 800-145. The NIST Definition of Cloud Computing. Gaithersburg, MD, USA: National Institute of Standards & Technology, 2011.

MANSOURI, Y.; PROKHORENKO, V.; BABAR, M. A. An automated implementation of hybrid cloud for performance evaluation of distributed databases. **Journal of Network and Computer Applications**, [S.I.], v.167, p.102740, 2020.

BUYYA, R.; BARRETO, D. Multi-cloud resource provisioning with Aneka: A unified and integrated utilisation of microsoft azure and amazon EC2 instances. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING AND NETWORK COMMUNICATIONS (COCONET)**, 2015., 2015. Anais. . . [S.I.: s.n.], 2015. p.216–229.

CASANOVA, H.; LEGRAND, A.; QUINSON, M. SimGrid: A Generic Framework for Large-Scale Distributed Experiments. In: **TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER MODELING AND SIMULATION (UKSIM 2008)**, 2008. Anais. . . [S.I.: s.n.], 2008. p.126–131.

SILVA FILHO, M. C. et al. CloudSim Plus: A Cloud Computing Simulation Framework Pursuing Software Engineering Principles for Improved Modularity, Extensibility and Correctness. In: **IFIP/IEEE Symposium ON Integrated Network AND Service Management (IM)**, 2017., 2017. Anais. . . IEEE, 2017. p.400–406.

DOS SANTOS, M. A. et al. WCSim: A Cloud Computing Simulator with Support for Bag of Tasks Workflows. In: **IEEE 35TH International Symposium ON Computer Architecture AND High Performance Computing (SBAC-PAD)**, 2023., 2023. Anais... IEEE, 2023. p.230–241.

COLEMAN, T. et al. WfCommons: A Framework for Enabling Scientific Workflow Research and Development. **Future Generation Computer Systems**, [S.I.], v.128, p.16-27, 2022.