

Simuladores para Computação em Nuvem: um estudo de disponibilidade

Luiz A. de A. Pereira¹, Sarita Mazzini Bruschi¹

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - Universidade de São Paulo (USP)
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - Centro
CEP: 13566-590 - São Carlos - SP - Brazil

lapereira@usp.br, sarita@icmc.usp.br

Abstract. *The use of cloud computing has been growing steadily among companies, driven by its numerous benefits. To validate research in this field, cloud computing simulators play a fundamental role. Over the years, advances in research have led to the development of several simulators, resulting in a wide range of options and thousands of scientific articles on the subject. However, many of these simulators are no longer available. In this work, a survey of existing simulators and an analysis of their availability were carried out, with the aim of providing useful information for researchers in the field.*

Resumo. *O uso da computação em nuvem tem crescido continuamente entre as empresas, impulsionado por seus inúmeros benefícios. Para validar pesquisas nessa área, os simuladores de computação em nuvem desempenham um papel fundamental. Ao longo dos anos, o avanço das pesquisas levou ao desenvolvimento de diversos simuladores, resultando em uma ampla gama de opções e milhares de artigos científicos sobre o tema. No entanto, muitos desses simuladores já não estão mais disponíveis. Neste trabalho, foi realizado um levantamento dos simuladores existentes e uma análise de sua disponibilidade, com o objetivo de fornecer informações úteis para pesquisadores da área.*

1. Introdução

Nos últimos anos, o crescente interesse por soluções baseadas em computação em nuvem impulsionou a necessidade de ferramentas que possibilitem o estudo, o teste e a validação de arquiteturas e serviços em ambientes controlados e de baixo custo, considerando que o principal desafio enfrentados por pesquisadores na área de computação em nuvem é a falta de acesso à infraestrutura real.

Nesse contexto, os simuladores de computação em nuvem têm se destacado como alternativas viáveis para pesquisadores e profissionais, permitindo a análise de desempenho, escalabilidade e comportamento de aplicações sem a necessidade de infraestrutura física.

Ao longo dos anos, o avanço das pesquisas levou ao desenvolvimento de diversos simuladores, resultando em uma ampla gama de opções e milhares de artigos científicos sobre o tema. No entanto, muitos desses simuladores já não estão mais disponíveis.

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo sobre a disponibilidade dos simuladores voltados à computação em nuvem. Para isso, foi conduzido um levantamento bibliográfico de artigos científicos que utilizavam simuladores e posteriormente esses simuladores foram analisados segundo algumas informações.

2. Levantamento de Simuladores de Computação em Nuvem

A primeira etapa deste trabalho consistiu no levantamento dos simuladores de computação em nuvem citados em artigos científicos, com ênfase naqueles que reuniam informações comparativas entre diferentes simuladores. Essa abordagem teve como objetivo identificar a maior variedade possível de ferramentas e reunir, de forma consolidada, dados relevantes que facilitem o acesso dos pesquisadores a informações detalhadas sobre cada simulador, reduzindo a necessidade de consultar um grande número de publicações. Atendendo estes requisitos, quatro artigos foram selecionados:

- A Survey on Cloud Computing Simulation and Modeling
Publicado em: *SN Computer Science* (Journal)
[Bambrik 2020]
- Cloud computing simulators: A comprehensive review
Publicado em: *Simulation Modelling Practice and Theory* (Journal)
[Mansouri et al. 2020]
- Cloud Computing Simulators: A Review
Publicado em: *International Arab Conference on Information Technology* (Conferência)
[Sanjalawe and Al-E'mari 2023]
- A Systematic Parameter Analysis of Cloud Simulation Tools in Cloud Computing Environments
Publicado em: *Applied Sciences* (Journal)
[Shahid et al. 2023]

A seleção de "surveys" e "reviews" para este trabalho foi proposital, pois entende-se que este seja o ponto de partida para pesquisadores levantarem os simuladores disponíveis.

Na segunda parte deste trabalho, foram listados todos os simuladores mencionados nos artigos previamente analisados. Para cada simulador, foram levantadas as seguintes informações:

- Plataforma: para saber se o simulador foi baseado em outro projeto existente;
- Ano de criação: para contextualizar o momento de seu desenvolvimento e analisar sua evolução ao longo do tempo;
- Linguagem: como referência para pesquisas que envolvam a inclusão ou modificação de funcionalidades;
- Site: para acesso a informações adicionais, documentação e código-fonte, além de verificar sua disponibilidade e manutenção atual.

3. Resultados

A pesquisa realizada identificou e analisou diversos simuladores de computação em nuvem amplamente mencionados na literatura. A Tabela 1 reúne as informações pesquisa-

das.

Tabela 1. Disponibilidade de Simuladores de Computação em Nuvem

#	Simulador	Plataforma	Ano	Linguagem	Site
1	ATAC4Cloud	-	2016	java	Não encontrado
2	Bazzar-Extension	CloudSim	2016	java	Não encontrado
3	BigDataSDNSim	CloudSim	2019	java	https://github.com/kalwasel/BigDataSDNSim
4	BigHouse	-	2012	java	Não encontrado
5	CACTOSim	-	2014	java	https://github.com/cactos
6	CDOSim	CloudSim	2012	java	Não encontrado
7	CEPSim	CloudSim	2015	java	https://github.com/virsox/cepsim
8	Cloud2Sim	CloudSim	2016	java	https://sourceforge.net/projects/cloud2sim/
9	CloudAnalyst	CloudSim	2010	java	http://www.cloudbus.org/cloudsim/CloudAnalyst.zip
10	CloudExp	CloudSim	2014	java	https://github.com/CloudComputingSim/CloudExp
11	CloudNetSim	OMNet++	2013	c++	Não encontrado
12	CloudNetSim++	OMNet++	2014	c++	https://omnetpp.org/download-items/CloudNetSim.html
13	CloudReports	CloudSim	2014	java	https://github.com/thiagotts/CloudReports
14	CloudSched	CloudSim	2013	java	https://sourceforge.net/projects/cloudsched/
15	CloudSim	GridSim	2009	java	https://github.com/Cloudslab/cloudsim
16	CloudSimDisk	CloudSim	2015	java	https://github.com/Udacity2048/CloudSimDisk
17	CloudSimPlus	CloudSim	2017	java	https://github.com/cloudsimplus/cloudsimplus
18	CloudSimSDN	CloudSim	2015	java	https://github.com/Cloudslab/cloudsimsdn
19	CloudSimScale	CloudSim	2019	java	Não encontrado
20	CMCloud	CloudSim	2016	java	https://github.com/diegoca80/CloudModule
21	CRest	-	2013	java	Não encontrado
22	DartCSIM	CloudSim	2012	java	Não encontrado
23	DartCSIM+	CloudSim	2013	java	Não encontrado
24	DCSim	-	2012	java	https://github.com/digs-uwo/dcsim
25	DCworms	GSSIM	2013	java	Não encontrado
26	DesktopCloud Sim	CloudSim	2015	java	Não encontrado
27	DFaaSCLoud	CloudSim	2019	java	https://github.com/etri/DFaaSCLoud
28	DISSECT-CF	-	2015	java	https://github.com/kecskemeti/dissect-cf
29	DynamicCloudSim	CloudSim	2014	java	https://code.google.com/archive/p/dynamiccloudsim/
30	ElasticSim	CloudSim	2016	java	https://github.com/HackRanger/ElasticSim
31	E-mc2	iCanCloud	2013	c++	Não encontrado
32	EMUSim	CloudSim	2012	java	Não encontrado
33	Energy-EfficientSimulator	CloudSim	2020	java	Não encontrado
34	FederatedCloudSim	CloudSim	2014	java	Não encontrado
35	FTCloudSim	CloudSim	2013	java	Não encontrado
36	GAME-SCORE	SCORE	2018	scala	https://github.com/DamianUS/game-score
37	GDCSim	Bluetoll	2011	c++	Não encontrado
38	GreenCloud	NS-2	2010	c++	Não disponível - https://greencloud.gforge.uni.lu/
39	GPUCloudSim	CloudSim	2018	java	https://ceit.aut.ac.ir/~lpds/
40	GroudSim	-	2010	java	https://sourceforge.net/projects/gridsim/
41	GSSIM	-	2007	java	Não encontrado
42	iFogSim	CloudSim	2016	java	https://github.com/Cloudslab/iFogSim
43	iCanCloud	OMNet++	2012	c++	https://omnetpp.org/download-items/iCanCloud.html
44	IoTsim-Stream	CloudSim	2019	java	https://github.com/mutazb999/IoTSim-Stream
45	MDCSim	Csim	2009	c++	Não encontrado
46	MR-CloudSim	CloudSim	2012	java	Não encontrado
47	NetworkCloudSim	CloudSim	2011	java	Não encontrado
48	Nutshell	-	2015	c++	Não encontrado
49	SCORE	Google Omega	2017	scala	https://github.com/DamianUS/cluster-scheduler-simulator
50	secCloudSim	iCanCloud	2014	c++	Não encontrado
51	SimCan2Cloud	CloudNetSim++	2023	c++	https://github.com/PabloCCanizares/Simcan2Cloud
52	SimGrid Cloud Broker	SimGrid	2013	c++	Não encontrado
53	SimGrid VM	SimGrid	2018	c++	Não encontrado
54	SimIC	-	2013	java	Não encontrado
55	SinergyCloud	-	2021	java	https://www.lrc.ic.unicamp.br/sinergycloud
56	SmartSim	CloudSim	2012	java	Não encontrado
57	SPECI	SimKit	2009	java	Não encontrado
58	TeachCloudSim	CloudSim	2012	java	Não encontrado
59	UCloud	CloudSim	2012	java	Não encontrado
60	VMPlaces	SimGrid VM	2015	c++	Não encontrado
61	WorkFlowSim	CloudSim	2012	java	https://github.com/WorkflowSim/WorkflowSim-1.0

Com base no levantamento e análise realizados, conclui-se que existe uma grande variedade de simuladores de computação em nuvem, com diferentes propósitos, níveis de complexidade e graus de maturidade. A maioria dos simuladores identificados tem como origem o CloudSim, refletindo sua relevância e flexibilidade como base para o desenvolvimento de novas ferramentas. No entanto, também foi observada uma considerável quantidade de projetos que já não estão mais disponíveis ou com acesso limitado ao código-fonte e documentação, o que dificulta sua utilização e reprodutibilidade em pesquisas atuais.

Pode-se observar também que a linguagem Java é predominante justamente pelo fato do simulador CloudSim ter sido desenvolvido nessa linguagem.

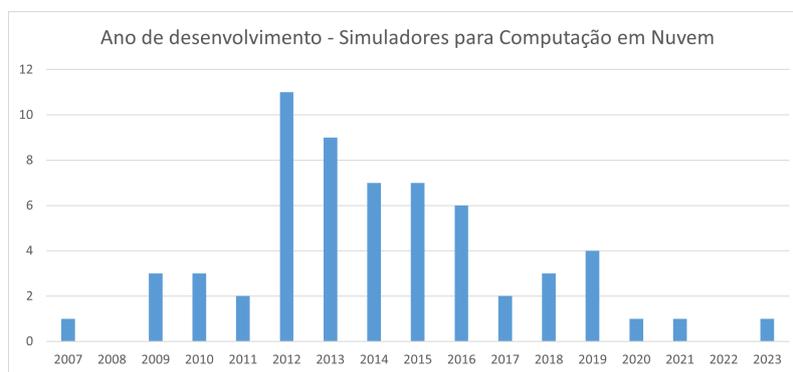


Figura 1. Ano de Desenvolvimento dos simuladores voltados à Computação em Nuvem

A Figura 1 ilustra o ano de desenvolvimento dos simuladores, onde pode-se observar que a década de 2010 foi o período em que mais simuladores foram desenvolvidos. Coincide com o período em que a Computação em Nuvem teve seu início e maior necessidade de se desenvolver pesquisas nessa área.

4. Conclusão

A simulação é uma ferramenta muito importante para análise de situações onde é difícil ter o ambiente real para fazer uma aferição ou para se testar novas soluções.

A consolidação das informações apresentadas neste trabalho permite aos pesquisadores uma visão abrangente do cenário de simuladores disponíveis, facilitando a escolha da ferramenta mais adequada às suas necessidades.

Referências

- Bambrik, I. (2020). A survey on cloud computing simulation and modeling. *SN Comput. Sci.*, 1(5).
- Mansouri, N., Ghafari, R., and Zade, B. M. H. (2020). Cloud computing simulators: A comprehensive review. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 104:102144.
- Sanjalawe, Y. K. and Al-E'mari, S. (2023). Cloud computing simulators: A review. *2023 24th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*, pages 1–14.
- Shahid, M. A., Alam, M. M., and Su'ud, M. M. (2023). A systematic parameter analysis of cloud simulation tools in cloud computing environments. *Applied Sciences*, 13(15).