

Distribuições Linux fornecidas por provedores de IAAS: Uma análise de desempenho para hospedagem de *e-commerce*

Mauricio Faria de Contti, *Bacharel em Sistemas de Informação, BSI-NF/CEFET-RJ*,
Bruno Policarpo Toledo Freitas, *Professor Mestre em Engenharia Elétrica, BSI-NF/CEFET-RJ* e
Nilson Mori Lazarin, *Professor Mestre em Sistemas e Computação, BSI-NF/CEFET-RJ*

Resumo—O aumento das vendas no varejo online nos últimos anos é uma tendência que dificilmente irá parar. Esses sistemas precisam de uma infraestrutura composta por servidores web, banco de dados, equipamentos de rede e outros, cuja manutenção pode ser cara. A computação em nuvem oferece uma ampla variedade de soluções para essas necessidades de infraestrutura. No entanto, a abundância de serviços em nuvem, planos e custos associados geralmente dificultam a escolha. Um fator-chave que precisa ser considerado nessa decisão é o desempenho geral do sistema. Para *e-commerces* brasileiros, também é importante que o serviço resida no país, para mitigar a latência da comunicação da rede. Este trabalho apresenta uma avaliação de desempenho das distribuições Linux oferecidas por serviços de computação em nuvem no Brasil. Os experimentos foram realizados através de um mesmo sistema web hospedado por distribuições Linux distintas. Foram considerados o número de requisições atendidas por segundo e os recursos computacionais consumidos por cada distribuição. Os resultados demonstram que a escolha da distribuição pode influenciar o desempenho de um portal de compras.

Palavras-chave—Computação em Nuvem, Linux, Desempenho.

Linux Distributions on IAAS Providers: A Performance Analysis for E-Commerce Hosting

Abstract—The increase in online retail sales (*e-commerce*) in recent years is a trend that will hardly stop. Those systems need an infrastructure consisting of web servers, data stores, network equipment, and more, which can be costly to maintain. Cloud computing offers a wide variety of solutions for these infrastructure needs. However, the vast amount of cloud services, plans, and associated costs usually makes the choice difficult. A critical factor that needs to be considered in this decision is the overall system performance. For Brazilian websites, it is also essential that the service resides in the country to mitigate network communication latency. This paper presents a performance evaluation of Linux distributions offered by cloud computing services in Brazil. The experiments were conducted using the same web system hosted by different Linux distributions. We considered the requests served per second and the consumption of resources. The results demonstrate that a Linux distribution can influence a shopping portal's performance.

Index Terms—Cloud Computing, Linux, Performance.

I. INTRODUÇÃO

O uso de portais de comércio eletrônico faz parte de nosso dia-a-dia, seja pelas restrições sanitárias ocorridas nos últimos anos, seja pela confiança do usuário somada a facilidades na entrega, esses fatores contribuem para a consolidação desta modalidade de negócio. Além da quantidade expressiva de adeptos, o consumidor tem optado pelo comércio eletrônico com maior frequência. Somente no primeiro mês de 2022, houve um aumento de 20% no faturamento das pequenas e médias empresas atuantes no comércio digital comparado com janeiro de 2021 [1] [2] [3].

Para que essas lojas funcionem, é necessária toda uma estrutura que permita a hospedagem dos sites, o armazenamento de dados, o processamento das transações, entre outras funcionalidades. Dentro disso, o paradigma de *cloud computing* (computação em nuvem) surgiu oferecendo uma alternativa para simplificar o gerenciamento e manutenção de toda uma infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI), que tem sido considerada muito atraente pelo mercado. Segundo o relatório anual da Linux Foundation [4], somente do ano de 2021 para 2022 houve um aumento de 77% no uso de tecnologias na nuvem pelas empresas de TI.

Cloud computing é um modelo de implantação de TI baseado em virtualização onde recursos de infraestrutura, aplicativos e banco de dados são implantados via internet por um ou vários provedores como serviço distribuído. Esses serviços podem ser utilizados sob demanda e o valor a ser pago pode ser definido através de uma base de pagamento em que o cliente só paga os recursos que serão de fato utilizados no serviço [5].

A abundante quantidade de empresas que oferecem serviços de *cloud computing* pode gerar uma dificuldade no momento de se escolher qual empresa ou modelo de *cloud computing* deve ser utilizado. São oferecidas diversas máquinas com diferentes configurações de hardware e software, além da enorme diferença nos preços dos serviços oferecidos. Dessa forma, é importante para o usuário final interessado em contratar um serviço *cloud* para a

hospedagem de seu site estar bem informado a fim de tomar a melhor decisão possível.

Uma informação crucial é o desempenho do sistema contratado. Para empresas brasileiras de e-commerce, é especialmente importante que o serviço esteja localizado no país devido à latência de comunicação da rede. Além disso, é desejável que a infraestrutura contratada consiga suportar o maior número possível de requisições web por segundo, pois isso influencia na quantidade de consumidores que podem acessá-lo simultaneamente.

Com base nestes conceitos, este trabalho apresenta uma análise de desempenho das principais distribuições Linux utilizadas pelos serviços brasileiros de computação em nuvem para aplicações de e-commerce. Uma vez que o foco é na distribuição e não no serviço, todas as distribuições oferecidas pelos provedores foram testadas em ambiente controlado, isolando possíveis problemas de latência devido à localização geográfica de cada provedor e possíveis interferências da virtualização no desempenho desses sistemas.

Para a realização dos testes, utilizou-se o Woocommerce uma implementação *open-source* de loja virtual, disponível para a plataforma WordPress, a terceira plataforma mais utilizada nos e-commerces brasileiros, que representa quase um terço dos comércios virtuais mundiais [6]. Os resultados demonstram que a distribuição Linux escolhida influencia na capacidade de atendimento de requisições simultâneas, no consumo de recursos computacionais e consequentemente no custo da manutenção do portal.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira. Na Seção II são apresentados os modelos de computação na nuvem e as ferramentas utilizadas ao longo do trabalho. Na Seção III alguns trabalhos relacionados são comparados. Na Seção IV a metodologia utilizada na análise de desempenho é apresentada. Na Seção V estão os comentários os resultados obtidos. Por fim, a Seção VI apresenta as conclusões do trabalho.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

NESTA seção são apresentados e descritos os conceitos de *Cloud Computing* e seus modelos, distribuições Linux e *Apache Benchmark*.

A. Cloud Computing

Cloud computing é um modelo que permite acessar softwares, arquivos e dados em qualquer lugar. Através de um conjunto de recursos de computação configuráveis como servidores, banco de dado, aplicativos e serviços, o cliente consegue acessar seus dados. Esses recursos podem ser provisionados e liberados sem a necessidade de um esforço de gerenciamento ou de uma interação com provedor de serviços [7].

Cloud computing define, então, um modelo de implantação de TI baseado em virtualização onde recursos de infraestrutura, aplicativos e banco de dados são implantados via internet como serviço distribuído por um ou vários provedores. Esses serviços podem ser utilizados sob

demanda e o valor a ser pago é proporcional ao que foi utilizado [5].

A Figura 1 apresenta os principais modelos de implantação da computação em nuvem (SAAS (*software* como serviço), PAAS (plataforma como serviço) e IAAS (Infraestrutura como serviço)) e exemplos de aplicações.

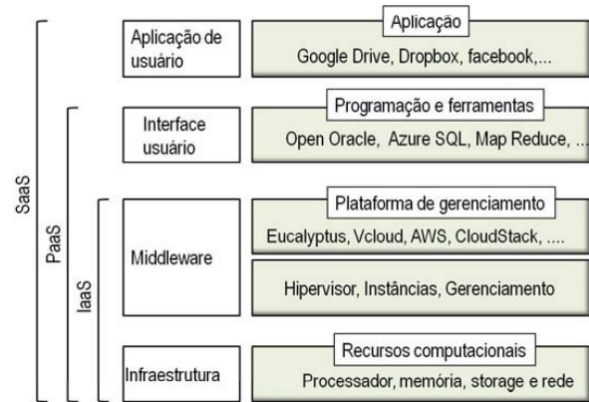


Fig. 1. Principais modelos de implantação de *Cloud Computing* e exemplos de aplicações [8].

1) *SAAS – Software as service*: Esse modelo disponibiliza serviços de computação para o usuário final. O cliente aluga uma aplicação pronta para ser utilizada, dispensando a necessidade de configuração e manutenção da mesma. O software pode ser acessado através da internet a partir de um navegador. Nesse tipo de serviço, o usuário não tem conhecimento da localização dos recursos, linguagem utilizada para desenvolver esse serviço, sistema operacional e *hardware* sobre o qual a aplicação é executada [8].

O modelo SAAS oferece aplicativos já criados para serem executados em uma infraestrutura de nuvem como, por exemplo: aplicativos de escritório típico como processadores de texto, *e-mail* baseado na *web* entre outros. Nesse tipo de modelo, não é necessário a instalação nem a execução do aplicativo em computadores locais dos clientes. Além disso, os *softwares* podem ser acessados de diversas formas como navegadores *web* e telefones celulares [9].

2) *PAAS – Platform as service*: No modelo PAAS os clientes recebem um ambiente completo composto pelos recursos fundamentais para o desenvolvimento de um *software* em diferentes linguagens de programação. São fornecidos desde compiladores até sistemas operacionais. Não se trata de uma plataforma completa na qual se pode utilizar todos os tipos de linguagem de programação e banco de dados, mas sim de uma plataforma completa para uma necessidade específica [8].

O modelo PAAS fornece uma plataforma de computação que possui recursos como sistema operacional, banco de dados, servidor *web* utilizados para atender a demanda dos clientes. Esse tipo de serviço provê aos desenvolve-

dores algumas APIs proprietárias para a produção de um aplicativo que será executado em um ambiente específico, além de controlar as definições de implantação e configuração do *software*. O modelo de PAAS reduz o custo e a complexidade na implantação de aplicativos, pois elimina a necessidade do gerenciamento do hardware e software [10].

3) IAAS – *Infrastructure as service*: Esse modelo é destinado principalmente às equipes de tecnologia da informação. O cliente recebe um sistema computacional composto por processadores, armazenamento e memória. Diferentemente do PAAS, nesse modelo é necessária a instalação e configuração dos recursos necessários para a utilização do sistema operacional. Um ponto importante desse modelo é sua flexibilidade que permite que o usuário contrate a quantidade de recursos que irá utilizar durante um determinado tempo de acordo com sua demanda [8].

O modelo IAAS consiste em uma plataforma abrangente que pode ser utilizada por clientes corporativos de diversos portes. Esse tipo de modelo oferece uma infraestrutura com um poder de computação e um armazenamento ilimitados e flexíveis sem exigir a necessidade de um *hardware* local. Sua principal função é lidar com as máquinas virtuais, servidores, armazenamento e balanceadores de carga. A IAAS diminui a necessidade de um data center e manutenção de *hardware* local [10].

B. Distribuições Linux

Em 1991, Linus Torvalds compartilhou uma versão de kernel UNIX, baseada inicialmente no MINIX, que se tratava de um sistema monolítico, em que o kernel do sistema operacional é composto por um binário único. A partir da versão 1.0, de 1994, o projeto já contava com a colaboração de diversas pessoas que trabalhavam na modificação e extensão do sistema sob a supervisão geral de Torvalds. Por se tratar de um software livre, os usuários podiam realizar modificações e fazer uma redistribuição dos seus código-fontes e binários. Devido à facilidade de se obter o código-fonte e de realizar modificações, começaram a surgir diversas distribuições do Linux, criadas conforme as necessidades de seus desenvolvedores [11].

Uma distribuição é um conjunto de aplicativos que executam sobre um kernel Linux. Esses aplicativos na maioria das vezes consistem em programas de sistema, gerência de ambiente desktop, aplicativos de escritório, internet entre outros. Ademais, essas distribuições geralmente possuem seus próprios programas que realizam a instalação e atualização do sistema [12]. Algumas distribuições podem ser mantidas por projetos comunitários, enquanto outras têm seu suporte realizado por organizações comerciais [13]. Cada distribuição também possui seus próprios ciclos de desenvolvimento e atualizações, influenciando os aplicativos disponíveis e suas respectivas versões.

O uso de uma distribuição inadequada pode causar sérios problemas. Por exemplo, utilizar uma distribuição desktop em um servidor, implica na instalação de softwares desnecessários, tais como: ambiente gráfico, navegadores e editores. Além disso, cada distribuição pode diferir em

estrutura de organização do sistema operacional e versão de kernel. Estes fatores influenciam diretamente no desempenho geral do sistema e nos serviços oferecidos, podendo gerar também dificuldades em caso de necessidade de migração e até mesmo expor o sistema a vulnerabilidades de segurança. Dessa forma, a etapa da escolha da distribuição é um fator importante em um projeto [14].

C. Apache Benchmark

A ferramenta *Apache Benchmark* é um exemplo de *benchmark* HTTP que permite analisar quantas solicitações por segundo um serviço consegue atender. Através de parâmetros sinalizados na linha de comando, é possível realizar testes de desempenho. Trata-se de uma ferramenta que pode ser utilizada para enviar solicitações HTTP para vários servidores simultaneamente [15] [16].

D. Atop

Atop [17] é um monitor de desempenho para Linux que consegue relatar a atividade de todos os processos, e manter um registro diário da atividade do sistema e dos processos para análise de longo prazo.

Em intervalos regulares, ele mostra a atividade no nível do sistema relacionada à CPU, memória, swap, discos (incluindo LVM) e camadas de rede e, para cada processo (e thread), mostra, por exemplo, a utilização de CPU, crescimento de memória, utilização de disco, prioridade, nome de usuário, estado e código de saída.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

NESTA seção é apresentada uma comparação com três trabalhos relacionados que foram escolhidos através de uma busca no Google Scholar por trabalhos similares a este – ou seja, que apresentavam *benchmarks* de serviços de *cloud computing* e distribuições Linux.

No primeiro, *Comparative Performance Evaluation of Popular Virtual Private Server* [18], os autores apresentam informações gerais sobre VPS, virtualização na nuvem em IaaS. A ideia principal é comparar o desempenho das máquinas disponibilizadas por 3 empresas hospedeiras de VPS: Digital Ocean, VULTR e Linode. Para realização dos testes de desempenho, foram utilizados benchmarks como Dhystone, Whetstone, Execl Throughput, File Copy, Pipe Throughput entre outros. Por fim, o autor chega à conclusão que após os testes de benchmark realizados a empresa que melhor atende os requisitos de baixa e média demanda é a VULTR enquanto a empresa que melhor atendeu os requisitos de alta demanda foi a Digital Ocean

No segundo trabalho, *Performance Evaluation of Linux Operating Systems* [19], foi realizada uma avaliação de desempenho em três distribuições Linux: Ubuntu 20.04, Linux Mint 19.3 Tricia e Pop!_OS 20.04, considerando os pontos de desempenho da CPU, RAM, GPU e SSD. As ferramentas de benchmark utilizadas pelos autores foram Hardinfo (capaz de captar vários dados do computador e do sistema e exportar para um arquivo HTML), Geekbench (ferramenta de benchmark multiplataforma)

e Phoronix Test Suite (capaz de avaliar o desempenho de RAM, SSD e GPU). Ao término do experimento, os autores chegaram à conclusão que o melhor desempenho foi apresentada pelo Pop!_OS, em segundo lugar aparece o Ubuntu e o pior desempenho foi apresentada pelo Tricia.

Por fim, o terceiro trabalho, *Performance Evaluation of Popular Cloud IaaS Providers* [20], pretende avaliar e comparar o desempenho de três serviços de empresas de IaaS: Amazon EC2, ElasticHosts e BlueLock. As empresas fornecem diferentes configurações de máquina, para a realização do experimento, as máquinas foram escolhidas de maneira mais equilibrada possível. Para a realização dos testes foram usados os seguintes benchmarks: Simplex, Stream e FIO. Por fim, o autor chega à conclusão que após os testes de benchmark realizados a empresa que melhor atende os requisitos de baixa e média demanda é a VULTR enquanto a empresa que melhor atendeu os requisitos de alta demanda foi a Digital.

Este trabalho tem relação direta com todos os trabalhos citados anteriormente, tendo em vista que neles todos são avaliados desempenhos de distribuições Linux e empresas de *cloud computing* por benchmarks. Diferentemente dos trabalhos relacionados, este trabalho buscou avaliar o desempenho das distribuições Linux especificamente para aplicações de e-commerce, o que envolve não só o sistema operacional mas também as aplicações de hospedagem e um sistema web propriamente dito. Além disso, foram considerados apenas DataCenters que possuem infraestrutura física no Brasil.

IV. METODOLOGIA

PARA a realização dos testes, foi inicialmente realizada uma pesquisa das principais empresas fornecedoras do serviço de IaaS no Brasil. Utilizou-se um buscador de internet com a seguinte *string* de busca: (“Hospedagem” OR “VPS”) AND (“datacenter” OR “infraestrutura”) AND “Brasil”). As empresas encontradas após a busca foram: Evo, Qnax, Absam, LocaWeb e Brasil Cloud. Os datacenters Amazon e Google não apareceram como resultado da *string* de busca.

Em seguida foi feito um levantamento de todas as distribuições Linux utilizadas pelas máquinas virtuais oferecidas por essas empresas. As cinco distribuições mais utilizadas por essas empresas são:

- Debian [21]: criada em 1993 por Ian Murdock que convidou um grupo de desenvolvedores para que contribuíssem na criação de uma distribuição de software com base no Linux. Com base no projeto GNU, o objetivo dos desenvolvedores foi a consolidação de um projeto de Software Livre;
- Fedora [22]: composta por uma comunidade com objetivo de construir uma plataforma de software livre e código aberto, compartilhar soluções com intuito de melhorar a plataforma baseada no Red Hat;
- Ubuntu [23]: Mark Shuttleworth reuniu uma equipe de desenvolvedores Debian com a intenção de criar um desktop Linux fácil de usar;

- CentOS [24]: fundada em 2004, essa distribuição é baseada em Red Hat que tem como características principais a sua estabilidade, previsibilidade e facilidade de gerenciamento;
- OpenSuse [25]: programa patrocinado pelo Suse Linux que tem entre seus principais objetivos de ser a distribuição Linux mais fácil de ser obtida por qualquer pessoa.

A. Ambiente de testes

Os experimentos foram realizados em um único servidor hospedeiro com as seguintes configurações: processador Intel Core 2 Duo CPU e 4 GB de Memória RAM. As distribuições foram instaladas em HDs idênticos (WD 1600AAJS) com capacidade de armazenamento de 160GB.

Em cada HD foi instalada uma distribuição mínima headless (sem interface gráfica). Posteriormente, utilizando os pacotes oficiais de cada distribuição, foram realizadas as instalações do LAMP (Linux, Apache, MariaDB e PHP), um conjunto de softwares necessários para prover o serviço de hospedagem de um site. Por fim foram instalados o CMS (*Content Management System*) Wordpress e o plugin Woocommerce.

A não existência de padronização de como os desenvolvedores de aplicações e serviços disponibilizam suas atualizações de segurança, torna complexo o uso de versões de desenvolvimento em ambientes de produção [26]. As versões de desenvolvimento dos softwares do conjunto LAMP muitas vezes precisam ser compiladas e/ou adaptadas para utilização, dependendo do sistema operacional. Além disso, torna difícil a realização de atualizações de segurança. Dessa forma, foram consideradas apenas as versões estáveis, empacotadas e disponíveis nos repositórios oficiais de cada uma das distribuições Linux oferecidas pelas plataformas de IAAS. A Tabela I apresenta a versão de cada software do conjunto LAMP utilizado nos experimentos.

	Versão	Kernel	Apache	MariaDB	PHP
CentOS	8	4.18.0-305.29.2.el8_4.x86_64	2.4.37	10.3.28	7.2.24
Debian	11	5.10.0-8-amd	2.4.51	10.5.11	7.4.21
Fedora	34 (Server)	5.14.12-200.fc34.x86_64	2.4.51	10.5.12	7.4.24
openSUSE	Leap 15.3	5.3.18-59.27-default	2.4.43	10.5.12	7.4.6
Ubuntu	Server 20.04.03 LTS	5.4.0-89-generic	2.4.41	10.3.31	7.4.3

TABELA I

VERSÕES DOS SOFTWARES DO CONJUNTO LAMP EM CADA DISTRIBUIÇÃO AVALIADA. UMA VEZ QUE CADA DISTRIBUIÇÃO TEM VERSÕES DISTINTAS, CABE DESTACAR QUE ESTE TRABALHO ESTÁ FOCADO NA DISTRIBUIÇÃO, OU SEJA, A AVALIAÇÃO DE CADA VERSÃO DE SOFTWARE FOGE AO ESCOPO DESTA AVALIAÇÃO.

Para o monitoramento, foi instalada a ferramenta Atop em cada uma das máquinas. Com o ambiente de testes

preparado, foi criada uma página com o WordPress e Woocommerce para simular um site de e-commerce. Essa página possui diversos links e bancos de dados com estrutura semelhante à estrutura utilizada na criação dos principais sites de comércio eletrônico do mercado. Essa página criada foi hospedada em cada um dos HDs.

B. Experimentos

Os testes consistiram em disparar várias requisições web enquanto a utilização de recursos da máquina eram monitorados. Para isso, foi utilizado o ApacheBench (ab), ferramenta que permite que sejam feitas diversas requisições em paralelo a um determinado site e realizar uma espécie de teste de estresse no servidor. Utilizou-se outro computador para simular a carga de acesso ao e-commerce, através do qual foram executadas 10000 requisições em blocos de 100 requisições em paralelo, conforme o script abaixo:

```
#!/bin/bash
ab -n 10000 -c 100 http://192.168.0.2/
```

A Figura 2 apresenta o ambiente controlado para a execução dos experimentos. Optou-se por esta abordagem de conexão em uma rede local Gigabit para isolar as variações de latência devido à localização geográfica de cada provedor.

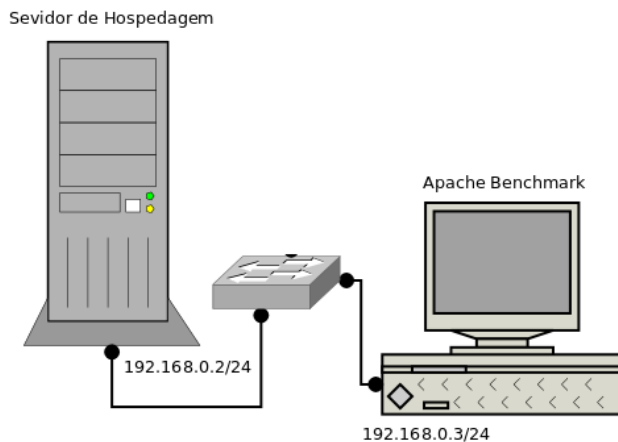


Fig. 2. Ambiente controlado para execução dos experimentos. O computador (lado direito) executa o Apache Benchmark, submetendo ao servidor (lado esquerdo) uma carga de 10 mil requisições em blocos de 100.

O servidor foi monitorado antes, durante e após os testes através da ferramenta Atop, em intervalos de cinco segundos, gerando arquivos CSVs com informações do uso da CPU, Memória Livre e quantidade de acessos do disco por milissegundos. O monitoramento ocorreu durante os dois minutos antes do início dos testes, em seguida foram capturados todos os dados gerados durante cada teste e logo após os testes foram gerados novos arquivos através

de um monitoramento que novamente teve um tempo de duração de dois minutos.

Os arquivos de monitoramento foram gerados através da execução do Atop diretamente no servidor de hospedagem. Abaixo é apresentado o script de monitoramento utilizado:

```
#!/bin/bash
LOG=monitoramento.log
atop -M 5 1000 > $LOG &
pid=$!
echo 'ENTER para encerrar o monitoramento'
read; kill $pid
echo 'Gerando os relatórios em CSV'
egrep '^MEM' $LOG > memoria.csv
egrep '^CPU' $LOG > cpu.csv
egrep '^SWP' $LOG > swap.csv
egrep '^DSK' $LOG > disco.csv
```

V. RESULTADOS

PARA realizar uma comparação de desempenho de cada uma das distribuições, foram considerados os seguintes critérios:

- Quantidade de requisições atendidas por segundo.
- Consumo de CPU.
- Tempo médio de operação de I/O.
- Memória Livre.
- Espaço em disco ocupado pela distribuição.

Foram realizados 10 testes de carga em cada distribuição. A Tabela II apresenta a média dos resultados obtidos em cada quesito que serão discutidos abaixo.

		CentOS	Debian	Fedora	OpenSuse	Ubuntu
R A M	Espaço Livre (MB)	1331	1843	2457	102	1945
	Desvio Padrão	23.44	47.10	40.96	68.41	108
C P U	Uso (%)	183	181	173	144	181
	Desvio Padrão	0.01	0.03	0.02	57.65	0.04
I O	Leitura e Escrita (ms)	14.3	9.2	6.7	4.7	9.8
	Desvio Padrão	0.48	4.57	4.32	7.25	5
Requisições por segundo		36.21	39.49	20.18	5.44	40.83

TABELA II
MÉDIA DOS RESULTADOS OBTIDOS.

A. Requisições por segundo

Observando a Figura 3, percebe-se que a distribuição OpenSuse apresentou o pior resultado, com a quantidade de 5,44 requisições atendidas por segundo, muito abaixo das médias obtidas que foi de 28,43. Vale destacar que todas as instalações realizadas no ambiente de experimentos contam com a configuração padrão de cada distribuição. Dessa forma, foge ao escopo deste trabalho identificar quais são os fatores internos da distribuição OpenSuse que impactaram nos resultados do experimento.

As distribuições Ubuntu e Debian obtiveram os melhores resultados nesses quesitos, apresentando uma quantidade de requisições atendidas por segundo acima da média.

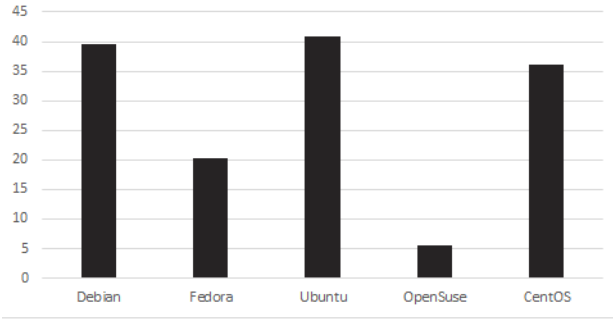


Fig. 3. Requisições atendidas por segundo.

B. Consumo de CPU

Ao analisar a Figura 4 observa-se um comportamento semelhante nas distros Debian, Fedora, CentOS e Ubuntu. Nessas distribuições, o uso da CPU apresentou um crescimento linear nos 40 primeiros segundos de testes e em seguida se manteve constante na faixa de 180% – uma vez que são dois núcleos – de seu uso até o término do teste.

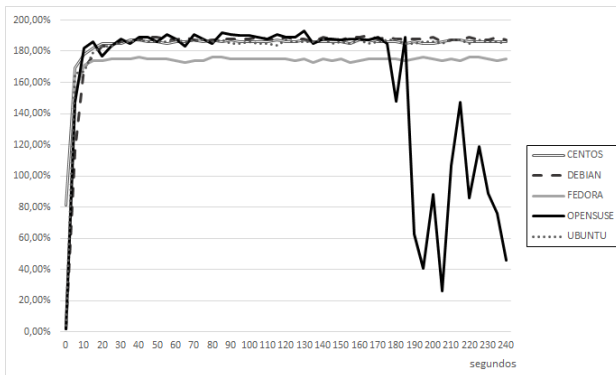


Fig. 4. Uso de CPU.

Em relação ao OpenSuse, observou-se um padrão completamente diferente das outras distros. Nessa última, nota-se um gráfico com comportamento oscilante em que a variação do uso de CPU fica entre 20% e 180% ao longo de toda duração do teste. Vale destacar que o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de benchmark para serviços de *cloud computing*, a partir do conjunto de softwares padrão de cada distribuição. A análise dos motivos pelos quais a distribuição OpenSuse tem apresentado tal comportamento foge ao escopo deste trabalho, podendo ser abordados em trabalhos futuros.

C. Operações de I/O

A Figura 5 mostra que a distro OpenSuse obteve os melhores resultados, com o tempo médio de operações de IO mais baixo do que as outras distros analisadas. A distro

que obteve o pior desempenho nesse quesito foi CentOS com um tempo médio de operações bem acima da média obtida.

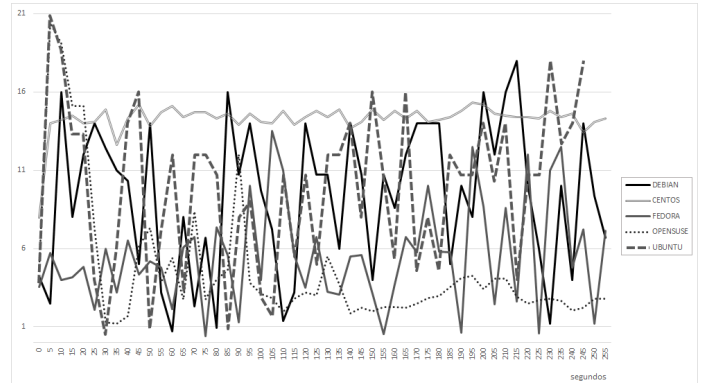


Fig. 5. Tempo médio de Operações de IO.

D. Consumo de memória

Ao analisar a Figura 6, observa-se que ao longo dos testes a distro Fedora apresenta um desempenho superior as outras distros com uma média de 2,4GB Livres, enquanto Debian Ubuntu ficaram com uma média próxima aos 2GB livres e o CentOS com uma média de 1,3GB. Novamente, em relação ao OpenSuse, observou-se um comportamento inferior às outras distros, em uma média que não passou dos 100MB livre ao longo do teste.

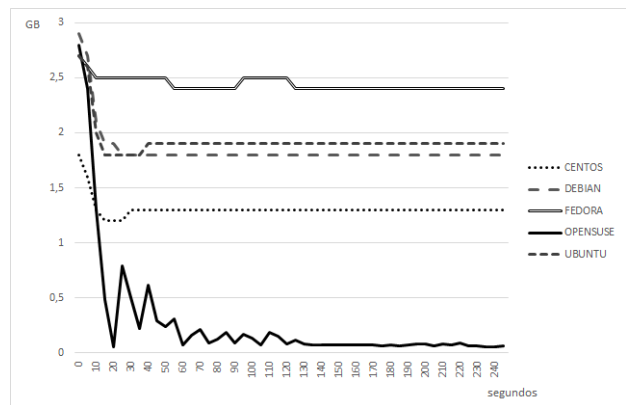


Fig. 6. Memória Livre.

E. Consumo de Disco

Por fim, ao analisarmos a Figura 7, percebe-se que Ubuntu é a distro que ocupa o maior espaço para ser instalada no disco: 7605MB, número que é quase seis vezes maior do que o espaço ocupado pela distro Debian que ocupa o menor espaço de disco: 1358MB. As distros CentOS e Fedora ocupam um espaço de disco semelhante: 3031 e 2648MB respectivamente. A distro OpenSuse ocupa 487MB

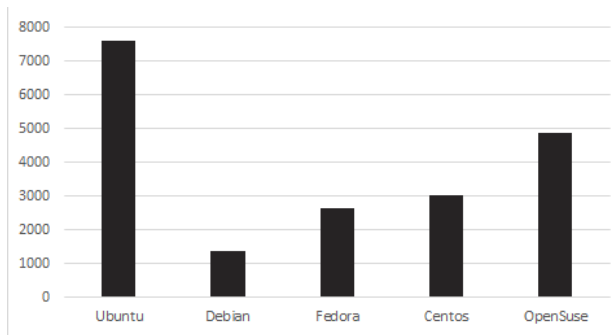


Fig. 7. Espaço Ocupado em Disco em MB.

VI. CONCLUSÃO

ESTE trabalho teve como objetivo principal comparar o desempenho das cinco distribuições Linux mais utilizadas nos provedores de IAAS localizados no Brasil.

Uma distribuição é composta por um kernel Linux e diversos aplicativos. Cada aplicativo de uma distribuição passa por um processo de empacotamento para facilitar sua instalação e manutenção. Constatou-se que cada distribuição pode possuir versões distintas de um mesmo software empacotado. Esta diferença nas versões dos softwares é reflexo da política de manutenção de pacotes de cada projeto que mantém uma distribuição. Mesmo que uma seja baseada em outra, a versão dos softwares, serviços e compiladores empacotados diferem-se pela própria característica da liberdade do software livre.

O cenário utilizado foi a hospedagem de e-commerce, uma aplicação específica que envolve a necessidade de softwares estáveis e seguros para serem colocados em produção. Dada a necessidade de rápida atualização de pacotes, por questões de segurança, optou-se por utilizar nos experimentos realizados, as versões de cada software do conjunto LAMP que foram empacotadas e estavam disponíveis no repositório estável de cada distro.

Inicialmente observou-se um desempenho muito inferior das distros OpenSuse. Essa distribuição não se mostrou adequada para a hospedagem de um e-commerce principalmente pelo fato da sua capacidade de atender requisições em paralelo. Isso influenciou diretamente o experimento de operações de I/O, pois, uma vez que foram atendidas menos requisições por segundo, foi conseqüentemente realizado menos requisições ao disco, gerando dessa forma uma falsa sensação de bom desempenho. Durante os testes, essa distro consumiu aproximadamente 95% de sua Memória RAM, conseqüentemente diminuiu a quantidade de operações de IO fazendo com que o tempo médio dessas operações fosse o mais baixo e seu uso de CPU ficasse muito abaixo das médias obtida pelas outras distribuições.

Analisando as distribuições CentOS e Fedora, concluiu-se que obtiveram resultados medianos em relação as outras distros. Apesar de apresentar resultados consistentes em relação ao tempo médio de operações de IO, essas dis-

tribuições não são as mais indicadas para a hospedagem de um site de e-commerce. Em relação a Fedora, observou-se um bom resultado no quesito memória livre durante os testes, porém os outros resultados obtidos durante os testes mostraram que essa distribuição também não é ideal para hospedar um e-commerce.

As distribuições que obtiveram os melhores resultados nos testes realizados foram Debian e Ubuntu. Os resultados obtidos nas duas distros foram muito parecidos, consistentes e em sua maioria apresentaram os melhores números quando comparados com as outras distribuições. Um ponto crucial na análise dos resultados obtidos foi o espaço consumido em disco por cada uma das distribuições, tendo em vista que o tamanho do disco tem influência direta no preço de uma máquina ofertada por uma empresa de *cloud computing*. A distro Ubuntu obteve o pior resultado nesse quesito, ocupando em quase 8GB contra menos de 2GB ocupados pela distro Debian. Com isso, concluiu-se que entre as distros utilizadas pelas empresas de *cloud computing* no Brasil, Debian é a que melhor se destaca na hospedagem de serviços de e-commerce.

Trabalhos futuros poderão ser realizados, buscando avaliar outras questões, tais como a influência do Kernel e o impacto das versões das aplicações de hospedagem utilizadas no desempenho de sites de e-commerce.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Guilherme, M. Ferreira, G. da Fonseca, and N. Lazarin, "Uma breve noção sobre o comportamento dos internautas em relação à segurança na rede," in *Anais da VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021, pp. 1–7. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5753/ersirj.2021.16972>
- [2] B. Cristian Mello Carvalho, G. Ezequiel Corrêa, J. Pedro Ribeiro de Moura Buzato Pinto, and N. Mori Lazarin, "Sistemas de reputação e sua influência: Um comparativo," in *Anais do XIII Computer on the Beach - COTB'22*. Itajaí - Santa Catarina - Brasil: Universidade do Vale do Itajaí, Jul. 2022, pp. 306–308. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14210/cotb.v13.p306-308>
- [3] E-Commerce Brasil, "PMEs registram 20% de alta no e-commerce; Pix já representa 14,5% dos pedidos pagos online," 2022. [Online]. Available: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/pmes-alta-e-commerce-pix-nuvemshop/>
- [4] Linux Foundation, "Annual open source jobs report," 2022. [Online]. Available: <http://www.linuxfoundation.org/research/the-10th-annual-open-source-jobs-report>
- [5] M. Böhm, S. Leimeister, C. Riedl, and H. Krcmar, "Cloud computing and computing evolution," in *Cloud Computing: Technologies, Business Models, Opportunities and Challenges*, S. Murugesan, Ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012.
- [6] C. da Costa, O. T. Junior, W. Morete, and N. Lazarin, "Woocommerce e lgpd: Uma análise de uso e conformidade," in *Anais da VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021, pp. 100–103. [Online]. Available: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ersirj/article/view/16985>
- [7] P. M. Mell and T. Grance, "The NIST definition of cloud computing," National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, Tech. Rep. NIST SP 800-145, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>
- [8] A. Carissimi, "Desmistificando a Computação em Nuvem," in *Escola Regional de Alto Desempenho*. Porto Alegre: SBC, 2015, pp. 3–24.

- [9] M. Sala-Zárate and L. Colombo-Mendoza, "CLOUD COMPUTING: A REVIEW OF PAAS, IAAS, SAAS SERVICES AND PROVIDERS," *Lámpsakos*, no. 7, p. 47–57, jun. 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.21501/21454086.844>
- [10] Naren.J, S. Sowmya, and P. Deepika, "Layers of cloud – iaas, paas and saas: A survey," *International Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. Vol. 5 (3), pp. 4477 – 4480, 06 2014.
- [11] A. S. Tanenbaum and A. S. Woodhull, *Sistemas operacionais: projeto e implementacao (3a. ed.)*. Bookman, 2000.
- [12] C. Tres and U. M. d. Queiroz, "Estudo de implementação de uma distribuição LINUX," TCC Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico, Florianópolis, 2003. [Online]. Available: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/183812>
- [13] A. d. L. Calado, "Uma análise comparativa de distribuições dos sistema operacional Linux," TCC (Graduação em Gestão da Tecnologia da Informação), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Floresta, 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/123456789/450>
- [14] J. E. Mota Filho, *Descobrimo o Linux: entenda o sistema operacional GNU/Linux*, 3rd ed. São Paulo: Novatec, 2012.
- [15] M. A. P. Domingues, "Performance testing of open-source HTTP web frameworks in an API," in *Proceedings of the 12th Doctoral Symposium in Informatics Engineering*, A. A. Sousa and E. Oliveira, Eds. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2017, pp. 8–18.
- [16] Wallarm Security, "16 Best DDOS Attack Tools in 2022," Jan. 2022. [Online]. Available: <https://lab.wallarm.com/16-best-ddos-attack-tools-in-2022/>
- [17] G. Langeveld, "Atoptool.nl," 2023. [Online]. Available: <https://atoptool.nl/>
- [18] J. Balen, D. Vajak, and K. Salah, "Comparative Performance Evaluation of Popular Virtual Private Servers," *Journal of Internet Technology*, vol. 21, no. 2, pp. 343–356, 2020. [Online]. Available: <https://jit.ndhu.edu.tw/article/view/2256>
- [19] M. Boras, J. Balen, and K. Vdovjak, "Performance Evaluation of Linux Operating Systems," in *2020 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST)*, 2020, pp. 115–120. [Online]. Available: doi.org/10.1109/SST49455.2020.9264055
- [20] K. Salah, M. Al-Saba, M. Akhdhor, O. Shaaban, and M. Buhari, "Performance evaluation of popular Cloud IaaS providers," in *2011 International Conference for Internet Technology and Secured Transactions*, 2011, pp. 345–349.
- [21] Debian, "Debian – As pessoas: quem somos e o que fazemos," 2022. [Online]. Available: <https://www.debian.org/intro/people>
- [22] Fedora Project, "Fedora's Mission and Foundations :: Fedora Docs," 2022. [Online]. Available: <https://docs.fedoraproject.org/en-US/project/>
- [23] Canonical Ltd, "About the Ubuntu project," 2023. [Online]. Available: <https://ubuntu.com/about>
- [24] The CentOS Project, "About CentOS," 2023. [Online]. Available: <https://centos.org/about/>
- [25] SUSE LLC, "openSUSE Wiki," 2023. [Online]. Available: https://en.opensuse.org/Main_Page
- [26] J. C. Bormanieri, "A importância da gestão de patches e atualizações de softwares no ambiente corporativo," Especialização, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. [Online]. Available: <http://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/3706>