



DISTRIBUIÇÕES LINUX: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO EM HOSPEDAGEM DE E-COMMERCE

Mauricio Faria de Contti

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ Campus Nova Friburgo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado de Bacharel em Sistemas de Informação

Orientador(a): Nilson Mori Lazarin
Coorientador(a): Bruno P. Toledo Freitas

Nova Friburgo

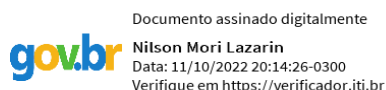
Agosto 2022

DISTRIBUIÇÕES LINUX: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO EM HOSPEDAGEM DE E-COMMERCE

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ Campus Nova Friburgo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado de Bacharel em Sistemas de Informação

Mauricio Faria de Contti

Banca Examinadora:



Presidente, Professor M.Sc. Nilson Mori Lazarin (CEFET/RJ) (Orientador(a))

BRUNO POLICARPO TOLEDO FREITAS:00484594028

Assinado de forma digital por BRUNO POLICARPO TOLEDO FREITAS:00484594028
Dados: 2022.10.14 13:39:53 -03'00'

Professor M.Sc. Bruno Policarpo Toledo Freitas (CEFET/RJ) (Coorientador(a))

HELGA DOLORICO BALBI:09599358783

Assinado de forma digital por HELGA DOLORICO BALBI:09599358783
Dados: 2022.10.14 13:01:36 -03'00'

Professora D.Sc. Helga Dolorico Balbi (CEFET/RJ)

BRUNO FERNANDES GUEDES:07487961770

Assinado de forma digital por BRUNO FERNANDES GUEDES:07487961770
Dados: 2022.10.12 14:47:03 -03'00'

Professor M.Sc. Bruno Fernandes Guedes (CEFET/RJ)

Nova Friburgo

Agosto 2022

CEFET/RJ – Sistema de Bibliotecas / Biblioteca Uned Nova Friburgo

C764d Contti, Mauricio Faria de.
Distribuições LINUX : uma análise de desempenho em hospedagem
de E-Commerce. / Mauricio Faria de Contti. — 2022.
37f.; fig. (color.) : em PDF.

Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas de Informação) - Centro
Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2022.

Bibliografia: f. 35-37.

Orientador: Nilson Mori Lazarin

Coorientador: Bruno P. Toledo Freitas.

1. Sistemas de informação. 2. Computação em nuvem. 3. Linux
(sistema operacional de computador). I. Lazarin, Nilson Mori
(orientador). II. Freitas, Bruno P. Toledo (coorientador). III. Título.

CDD 658.4038

Elaborada pela bibliotecária Cristina Rodrigues Alves CRB7/5932

RESUMO

A tendência da utilização de serviços de nuvem é crescente no Brasil. Em um estudo realizado pela Associação Brasileira das Empresas de *Software* divulgado em agosto de 2021, 49% das grandes empresas afirmam utilizar algum modelo de nuvem como parte da sua infraestrutura de TI. Além disso, teve-se como estimativa um gasto de US\$900 milhões em 2021 investidos nesse modelo no Brasil. Esse trabalho tem como objetivo realizar uma análise de desempenho de distribuições Linux utilizadas em máquinas virtuais voltadas para a hospedagem de e-commerce. Como resultado foi criado um mapa de indicadores de desempenho para auxiliar os clientes na hora de contratar um serviço de nuvem. Esse mapeamento foi realizado a partir da análise de tabelas geradas que levaram em conta o comportamento do hardware durante testes com o Apache Benchmark.

Palavras-chave: Cloud Computing, Linux, Desempenho

ABSTRACT

The trend of using cloud services is growing in Brazil. In a study carried out by the Brazilian Association of Software Companies released in August 2021, 49% of large companies claim to use some cloud model as part of their IT infrastructure, in addition to an estimated cost of US\$900 million invested in this model in Brazil. This work aims to perform a performance analysis of Linux distributions used in virtual machines aimed at hosting e-commerce. As a result, a map of performance indicators was created to help customers when hiring a cloud service. This mapping was performed from the analysis of generated tables that took into account the behavior of the hardware during tests with Apache Benchmark.

Keywords: Cloud Computing, Linux, Performance

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Motivação	15
1.2	Objetivo	15
1.3	Estrutura do Trabalho	16
2	Referencial Teórico	17
2.1	Cloud Computing	17
2.1.1	SAAS – <i>Software as service</i>	18
2.1.2	PAAS – <i>Platform as service</i>	19
2.1.3	IAAS – <i>Infrastructure as service</i>	19
2.2	Linux	20
2.2.1	Distribuições Linux	21
2.3	Apache Benchmark	21
3	Trabalhos Relacionados	22
3.1	Comparative Performance Evaluation of Popular Virtual Private Servers	22
3.2	Performance Evaluation of Linux Operating Systems	23
3.3	Performance Evaluation of Popular Cloud IaaS Providers	24
3.4	Comparativo entre os trabalhos	24
4	Metodologia	26
5	Resultados	29
5.1	Análise dos resultados	32
6	Conclusão	34
	Referências	34

1- Introdução

O comércio *online* de produtos vem se tornando cada vez mais constante no cotidiano das pessoas ao redor do mundo. A praticidade e a segurança da compra, somados com a velocidade de entrega, são fatores que ajudam a disseminação desse tipo de negócio. Segundo levantamento da Nuvemshop, 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 (E-COMMERCE BRASIL, 2022).

Os *e-commerces* são plataformas digitais voltadas para o comércio eletrônico e tem como principal objetivo facilitar as transações de compra e venda de produtos e aproximar os clientes com as organizações. Ultrapassando as barreiras físicas, logísticas e linguísticas, esse tipo de negócio vem ganhando espaço com a evolução das novas tecnologias (PACHECO, 2022).

O acesso remoto a *softwares*, armazenamento de arquivos e processamento de dados por meio da *internet* é uma necessidade que grande parte das organizações possui. Com isso, o surgimento de empresas de *cloud computing* vem crescendo cada vez mais em uma esfera global. Essas empresas oferecem uma alternativa para acessar recursos computacionais como os de armazenamento, aplicações e serviço de forma onipresente (ALMEIDA, 2018).

Dada a abundância de empresas ofertando esse tipo de serviço, é importante para o usuário final que tenha o interesse de contratar um serviço *cloud* para a hospedagem de seu *site*, ter em mãos algumas informações como indicadores de desempenho. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo principal a criação de um mapeamento de desempenho das distribuições linux utilizadas pelas empresas de *cloud computing* no Brasil.

1.1- Motivação

A abundante quantidade de empresas que oferecem serviços de *cloud computing* pode gerar uma dificuldade no momento de se escolher um serviço de modelo em nuvem. São oferecidas diversas máquinas com diferentes configurações de *hardware* e *software*, além da enorme diferença nos preços dos serviços oferecidos.

No Brasil, existem diversas empresas que oferecem esses tipos de modelo em nuvem. Cada uma dessas empresas, possui diversos planos distintos pelo seu valor mensal, características de hardware e sistema operacional instalado em cada máquina.

Uma análise de desempenho das distribuições Linux (também chamadas de distros) utilizadas por essas empresas irá auxiliar os clientes no momento de contratar os serviços prestados. Através dos resultados obtidos, o contratante conseguirá identificar qual melhor distribuição irá atender suas necessidades com o orçamento disponível. Para a realização desse trabalho, decidiu-se utilizar como base as empresas brasileiras, principalmente pela latência das máquinas oferecidas. A utilização de máquinas hospedadas em servidores de outros países iria resultar uma latência muito alta, ou seja, um atraso na comunicação de informações entre cliente e servidor, o que poderia levar a resultados irreais.

1.2- Objetivo

O objetivo principal desse trabalho é a realização de testes de desempenho nas distribuições a fim de verificar qual delas oferece o melhor desempenho para a hospedagem de um *site* de *e-commerce*. Para isso, serão testadas as distribuições encontradas nos principais provedores de serviços IaaS do Brasil. As distros serão comparadas e analisadas de acordo com os seguintes fatores:

- Espaço ocupado em disco (influencia diretamente no preço do serviço contratado);
- Quantidade de requisições atendidas por segundo;
- Tempo médio de operação de IO;

- Memória Livre;
- Espaço ocupado pela distro em sua instalação.

1.3- Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em capítulos, dos quais o primeiro apresenta as considerações iniciais sobre o trabalho, incluindo o problema, a motivação e o objetivo. No Capítulo 2 é apresentado o referencial teórico que compreende conceitos relacionados ao Linux, *Cloud Computing* e Apache Benchmark.

O terceiro capítulo, Trabalhos Relacionados, é composto por trabalhos utilizados como base e referência para a realização desta pesquisa. O método proposto, adaptado ao contexto do estudo, bem como as atividades dentro de cada etapa e as ferramentas utilizadas, estão presentes de forma detalhada no capítulo 4. A realização de testes de desempenho utilizando o Apache Benchmark em cada distribuição Linux avaliada e os resultados gerais estão apresentados no capítulo 5.

A análise da pesquisa, em relação aos objetivos criados e resultados esperados, é exposta criticamente nas considerações finais, capítulo 6. Finalizando, na seção "Referências" estão identificados os materiais bibliográficos utilizados para o embasamento teórico deste projeto.

2- Referencial Teórico

Nesse capítulo serão apresentados e descritos os principais conceitos envolvidos na realização desse trabalho. Serão descritos os conceitos de *Cloud Computing* e seus modelos, distribuições linux e *Apache Benchmark*.

2.1- Cloud Computing

O conceito de *cloud computing* foi idealizado no ano de 1961 pelo Professor John McCarthy e se tornou popular no final da década de 60. Apesar de promissor, o conceito logo perdeu força, pois ficou claro que as tecnologias existentes na época não estavam prontas para receber um modelo tão avançado (NETO, 2011).

Os primeiros registros do termo *cloud computing* que se têm conhecimento aconteceram em 2006, utilizados por Eric Schmidt, CEO do Google. Na ocasião esse tema foi utilizado para referir-se à computação utilizando recursos da *internet* (CHAVES, 2011).

Cloud computing é um modelo que os serviços sejam acessados pela rede de acordo com a necessidade do contratante. Através de um conjunto de recursos de computação configuráveis como servidores, banco de dado, aplicativos e serviços, o cliente consegue acessar seus dados na nuvem. Esses recursos podem ser provisionados e liberados sem a necessidade de um esforço de gerenciamento ou de uma interação com provedor de serviços (MELL; GRANCE et al., 2011).

Cloud computing se define como 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 pode ser definido através de uma base de pagamento em que o cliente só paga os recursos que serão de fato utilizados no serviço (BÖHM et al., 2010).

Segundo pesquisa realizada pela *Internacional Data Corporation*, mais da metade das empresas entrevistadas julgam que a *cloud computing* como fator fundamental para a

obtenção de êxito em suas tarefas. Segundo pesquisa realizada pela Gartner, a previsão dos gastos das empresas com Cloud Computing vão ser de 41% da verba de TI em 2022, esse número cresce para 51% considerando a prospecção para 2025 (GARTNER, 2022). O mercado brasileiro é visto como promissor e vem atraindo a atenção de investidores de outros países. Porém, há muito o que se evoluir no que se diz respeito a legislação referente ao tema.

Ainda não existe uma regulamentação efetiva nas leis referentes aos serviços de *cloud*. O país possui uma regulamentação parcial que se encontra em fase de aprovação e depende de análises sobre casos que podem acontecer através da difusão dos serviços de *cloud* (CÂNDIDO, 2015).

São utilizados diversos modelos de *cloud computing* que podem ser aplicados em diversas áreas. Entre esses modelos destacam-se: SAAS (*software* como serviço), PAAS (plataforma como serviço) e IAAS (Infraestrutura como serviço).

2.1.1 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 (CARISSIMI, 2015).

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 necessária a instalação nem a execução do aplicativo em computadores locais dos clientes e além disso, os *softwares* podem ser acessados de diversas formas como navegadores *web* e telefones celulares (SALA-ZÁRATE; COLOMBO-MENDOZA, 2012)

2.1.2 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 que se pode utilizar todos os tipos de linguagem de programação e banco de dados, mas sim de uma plataforma completa para uma necessidade específica (CARISSIMI, 2015).

O modelo PAAS fornece uma plataforma de computação que possui recursos como sistema operacional, banco de dados e servidor *web* utilizados para atender a demanda dos clientes. Esse tipo de serviço provê aos desenvolvedores 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 provedores dos recursos de hospedagem (SOWMYA; DEEPIKA; NAREN, 2014)

2.1.3 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 (CARISSIMI, 2015)

O modelo IAAS se trata de 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 (SOWMYA; DEEPIKA; NAREN, 2014).

2.2- Linux

Em 1991, Linus Torvalds decidiu criar o LINUX, que se tratava de uma versão baseada no MINIX, mas com características adicionais que tornavam essa versão um sistema de produção completo e ideal para estudos. Essa versão se tratava de um sistema monolítico, onde todo sistema operacional se situava no núcleo (JUSTO, 2005).

A próxima versão do Linux lançada em 1994 foi o Linux 1.0 que possuía um sistema de arquivos mapeados e rede que permitia uma integração com soquetes, TCP/IP (*Transmission Control Protocol* - Protocolo de Controle de Transmissão) / (*Internet Protocol* - Protocolo de Internet) e BSD (*Berkeley Software Distribution*). A partir dessa versão, o Linux compatível com o UNIX e diversas pessoas já trabalhavam na modificação e extensão do sistema sob a supervisão geral de Torvald. Em 1996 foi lançada a versão 2.0 que possuía aproximadamente 470 mil linhas desenvolvidas em C, uma arquitetura de 64 bits suportada, novos protocolos de rede e um suporte a multiprogramação simétrica (TANENBAUM; WOODHULL, 2000).

Por se tratar de um software livre que pode ser baixado em diversos sites na *internet*, os usuários podem realizar modificações e fazer uma redistribuição das fontes e códigos binários. Devido a essa facilidade de se obter o código-fonte e de realizar modificações, começaram a surgir diversas distribuições do Linux que foram criadas conforme as necessidades de seus desenvolvedores. Mais adiante serão apresentados mais detalhes sobre algumas distribuições que serão utilizadas nesse trabalho (TRES; QUEIROZ, 2003).

2.2.1 Distribuições Linux

Uma distribuição GNU/LINUX é um aglomerado de diversos aplicativos a rodar sobre um Sistema Operacional GNU/LINUX. Esses aplicativos, na maioria das vezes, trata-se de programas de sistema, aplicativos de escritório, internet entre outros. Essas distribuições geralmente possuem seus próprios programas que realizam a instalação do sistema e verifica funcionalidades como atualizações dos componentes do sistema (MORIMOTO, 2015).

A distribuição é um conjunto formado por um sistema operacional Unix-Like, que inclui o Kernel e outros softwares de aplicação. Algumas distros podem ser mantidas por projetos comunitários, enquanto outras têm seu suporte realizado por organizações comerciais (CALADO, 2018).

2.3- Apache Benchmark

A ferramenta *Apache Benchmark* é um exemplo de *benchmark* HTTP que permite analisar quantas requisições HTTP por segundo um serviço consegue atender. Através de parâmetros sinalizados na linha de comando, é possível realizar testes de desempenho (DOMINGUES, 2017)

Se trata de uma ferramenta muito poderosa que pode ser utilizada para enviar solicitações HTTP para vários servidores em simultâneo. Esse fato a torna facilmente adaptável para a realização de ataques distribuídos oriundos de uma única fonte (FER-RISBULLER, 2022)

3- Trabalhos Relacionados

A seguir, serão citados alguns trabalhos que serviram como base para a pesquisa e realização deste trabalho. Os trabalhos utilizaram *benchmarks* para realizar avaliação de desempenhos de serviços de *cloud computing* e distribuições Linux

3.1- Comparative Performance Evaluation of Popular Virtual Private Servers

Nesse trabalho, são apresentadas informações gerais sobre VPS (*Virtual Private Server* - Servidor Privado Virtual), virtualização na nuvem em IAAS. Tem como ideia principal, comparar o desempenho das máquinas disponibilizadas por 3 empresas hospedeiras de VPS: Digital Ocean, VULTR e Linode. Para realizar os testes de performance, foram utilizados os seguintes *benchmarks*:

- *Dhrystone*: Seu principal objetivo é avaliar a performance da CPU.
- *Whetstone*: Esse *benchmark* foca em operações matemáticas para realizar uma avaliação do processador.
- *Execl Throughput*: Verifica a taxa de transferência das funções do tipo *execl*, essas funções permitem o lançamento da execução de um programa externo ao processo.
- *File Copy*: *Benchmark* utilizado para medir a velocidade que os arquivos são copiados.
- *Pipe Throughput*: Esse *benchmark* mede o número de vezes em que o processo pode ler e escrever 512 bytes em um *pipe*.
- *Pipe-based Context Switching*: Utilizado para avaliar trocas de operações matemáticas entre processos.
- *Process Creation*: Este *benchmark* é realizado para contar o número de vezes que um processo pode bifurcar e colher o processo filho. Avalia o desempenho da

memória RAM.

- *Shell Scripts*: Ele mede o número de vezes por minuto que um processo pode iniciar e colher cópias de *shell scripts*.
- *System Call Overhead*: Esse *benchmark* avalia o custo das operações de entrada e saída do kernel.

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 avaliados foi a *Digital Ocean* (BALEN; VAJAK; SALAH, 2020)

3.2- Performance Evaluation of Linux Operating Systems

Marko Boras et al. (2019) avaliaram a performance de três distribuições Linux: Ubuntu 20.04, Linux Mint 19.3 Tricia e Pop!_OS 20.04, levando em consideração os pontos de performance da CPU, RAM, GPU e SSD. As ferramentas de *benchmark* utilizadas pelos mesmos foram Hardinfo, Geekbench e Phoronix Test Suite, onde os objetivos são os seguintes:

- Hardinfo consegue captar vários dados do computador e do sistema e exportar para um arquivo HTML. Nesse experimento, a sua principal função foi avaliar o desempenho da CPU.
- Geekbench pode ser encontrado em versões para Windows, todas as versões de Linux, macOS, androide, IOS. Pode ser utilizado para avaliar desempenhos de performance de realidade aumentada, e *machine learning*. Realiza testes *single-thread* e *multi-thread* e, no experimento em questão, foi utilizado para avaliar a performance da CPU.
- Phoronix Test Suitev9.6: através de testes rápidos que costumam demorar poucos minutos, essa ferramenta tem um grande potencial de avaliar o desempenho da RAM, SSD e GPU.

Ao término do experimento, os autores chegaram à conclusão que a melhor *performance* foi apresentada pelo Pop!_OS, em segundo lugar aparece o Ubuntu e a pior *performance* foi apresentada pelo Tricia (BORAS; BALEN; VDOVJAK, 2020)

3.3- Performance Evaluation of Popular Cloud IaaS Providers

Salah et al (2011) 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. Esses *benchmarks* têm como objetivos:

- Simplex: é um *benchmark* desenvolvido em C, cuja principal função no experimento é analisar o desempenho da CPU.
- Stream: foi utilizado pelos autores para medir os efeitos dos cálculos da CPU sobre a influência da largura de banda de rede.
- FIO: utilizado para analisar as *threads* e processos.

Por fim, os autores chegam à conclusão de que, após os testes de benchmark realizados, a empresa que melhor atendeu os requisitos de baixa e média demanda é a VULTR enquanto a empresa que melhor atendeu os requisitos de Alta demanda foi a Digital (SALAH et al., 2011).

3.4- Comparativo entre os trabalhos

Este trabalho tem relação direta com todos os trabalhos citados anteriormente tendo em vista que em todos eles são avaliados desempenhos de distribuições Linux e empresas de *cloud computing* através do uso de *benchmarks*. Já relevância do presente

trabalho se dá pela realização de uma avaliação de desempenho de distribuições Linux utilizadas por empresas nacionais prestadoras de serviços de *cloud computing*.

4- Metodologia

Para a realização dos testes, foi inicialmente realizada uma pesquisa das principais empresas fornecedoras do serviço de IAAS no Brasil. Os resultados foram obtidos através da string de busca: ("*Hospedagem*"OR "*VPS*") AND ((*"datacenter"*OR "*infraestrutura*") AND "*Brasil*"). As empresas retornadas após essa busca foram:

- Eveo: Empresa que iniciou suas atividades em 1998 e hoje é uma referência entre as empresas de hospedagem de sites no Brasil.(EVEO, 2022)
- Qnax: Há 16 anos no mercado, fornece soluções de hospedagem, servidor, armazenamento, VPS, *cloud server* corporativos entre outros serviços. (QNAX, 2022)
- Absam: Fundada em 2010, a empresa visa oferecer um serviço seguro, veloz e sólido.(ABSAM, 2022)
- LocaWeb: Uma das primeiras empresas no ramo de hospedagem que surgiu no Brasil, fundada em 1997 a empresa possui hoje um dos maiores *data centers* da América Latina. (LOCAWEB, 2022)
- Brasil Cloud: No mercado há mais de 10 anos, essa empresa de computação em nuvem de Minas Gerais também possui servidores em algumas cidades de São Paulo e até nos Estados Unidos. (BRASIL CLOUD, 2022)

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: 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*. (DEBIAN, 2022)
- Fedora: composta por uma comunidade com objetivo de construir uma plataforma de *software* livre e código aberto, compartilhar soluções com intuito de melhorar a plataforma que é baseada no *Red Hat*. (FEDORA, 2022)

- Ubuntu: Mark Shuttleworth reuniu uma equipe de desenvolvedores Debian com a intenção de criar um *desktop* Linux fácil de usar. (UBUNTU, 2022)
- CentOS: fundada em 2004, essa distribuição é baseada em *Red Hat* que tem como características principais a sua estabilidade, previsibilidade e gerenciabilidade. (CENTOS, 2022)
- OpenSuse: programa patrocinado pelo Suse Linux que tem entre seus principais objetivos ser a distribuição Linux mais fácil de ser obtida por qualquer pessoa. (DISTROWATCH, 2022)

Os experimentos foram realizados em uma mesma máquina que funcionou como um servidor hospedeiro com as seguintes configurações: processador Intel Core 2 Duo CPU e 4 GB de Memória RAM. As distros foram instaladas em HDs idênticos (WD 1600AAJS) com capacidade de armazenamento de 160GB. Em cada HD, foi preparado um ambiente de testes que consistia na instalação das ferramentas do LAMP (mariadb, php, apache) presentes nos repositórios de cada uma das distribuições e na instalação do Wordpress. Foi utilizada a tecnologia Wordpress pois se trata do Open Source CMS (*content management system*) mais utilizado do Brasil. Essas instalações foram realizadas, pois são recursos necessários para a hospedagem de um *e-commerce*.

Para o monitoramento, foi instalada a ferramenta Atop¹ em cada uma das máquinas. Para facilitar a realização dos testes, todas as máquinas foram configuradas para possuir um IP fixo.

Com o ambiente de testes preparado, foi criada uma página com o Wordpress 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.

Para metrificar o desempenho de cada uma das distribuições, foi utilizado o ApacheBench (ab)², ferramenta que permite que sejam feitas diversas requisições em paralelo a um determinado site e realizar uma espécie de teste de estresse no servidor. Os testes foram realizados utilizando-se uma máquina virtual de ataque com o sistema operacional Kali³ instalado, foram realizados os ataques a cada uma das máquinas. Os

¹<https://www.atoptool.nl/>

²<https://httpd.apache.org/docs/2.4/programs/ab.html>

³<https://www.kali.org/>

ataques consistiam em 10000 requisições em blocos de 100 requisições em paralelo. Para a realização dos testes com alto desempenho, foi utilizada uma rede Gigabit.

As máquinas foram monitoradas antes, durante e após os testes através da ferramenta Atop, que gerou em tempo real arquivos CSVs com informações do uso da CPU, Memória Livre e quantidade de acessos do disco por milissegundos. O monitoramento ocorreu durante 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. Esses arquivos foram extraídos das máquinas através de um acesso via SSH feito por uma máquina monitora conectada à mesma rede.

O ambiente experimental pode ser visto na Figura 1.

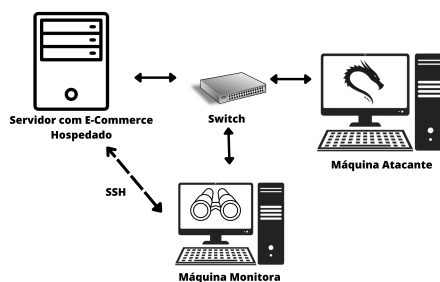


Figura 1 – Ambiente experimental

5- Resultados

Para realizar uma comparação de desempenho de cada uma das distros, foram considerados:

- Quantidade de requisições atendidas por segundo.
- Tempo médio de operação de IO.
- Memória Livre.
- Espaço ocupado pela distro em sua instalação.

A seguir serão apresentados os gráficos gerados durante os testes.

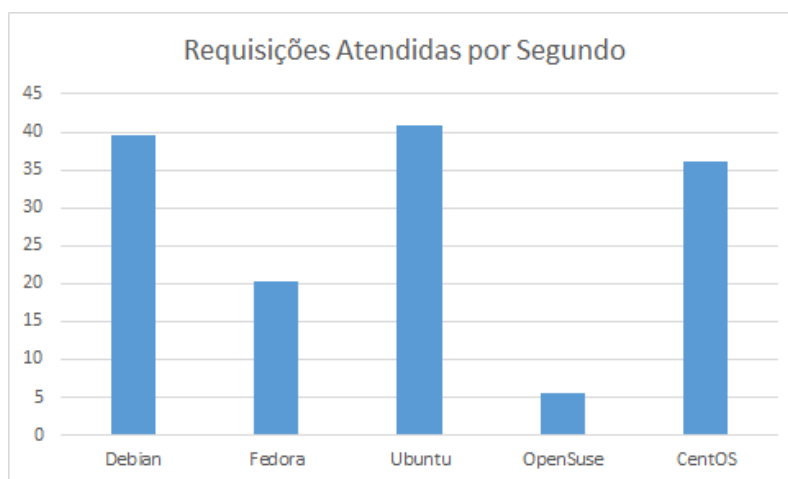


Figura 2 – Média de Requisições HTTP atendidas por segundo

Observando a Figura 2, fica claro que a distro OpenSuse apresentou o pior resultado, com a quantidade de 5,44 requisições atendidas por segundo, muito abaixo das médias obtidas. As distros Ubuntu e Debian obtiveram os melhores resultados nesse quesito, apresentando uma quantidade de requisições atendidas por segundo acima da média.

Ao analisar a Figura 3 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% de seu uso até o término do teste. Em relação ao OpenSuse,

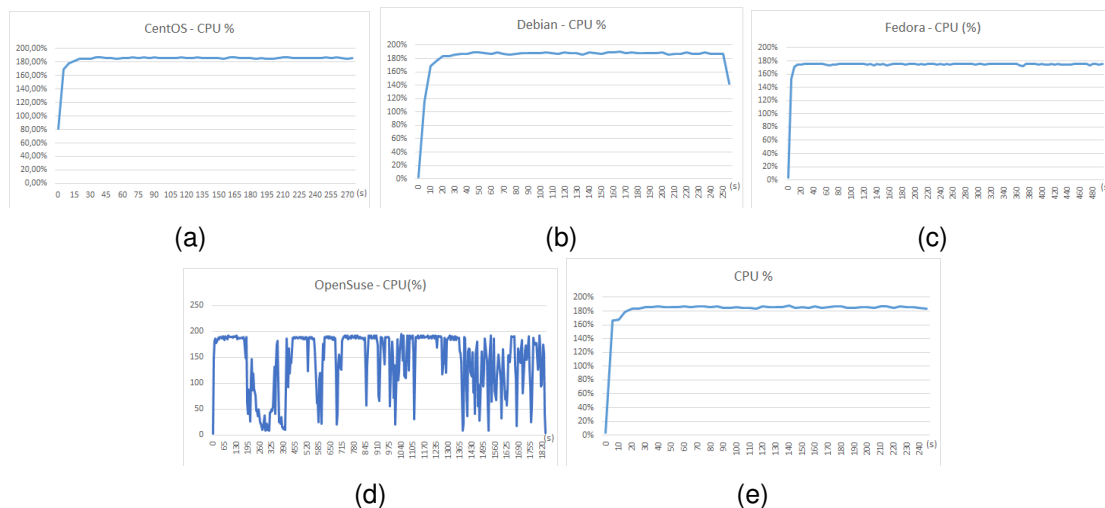


Figura 3 – Uso de CPU durante os testes

observou-se um padrão completamente diferente das outras distros. Nessa última, nota-se um gráfico com comportamento oscilante no qual a variação do uso de CPU fica entre 20% e 180% ao longo de toda duração do teste.

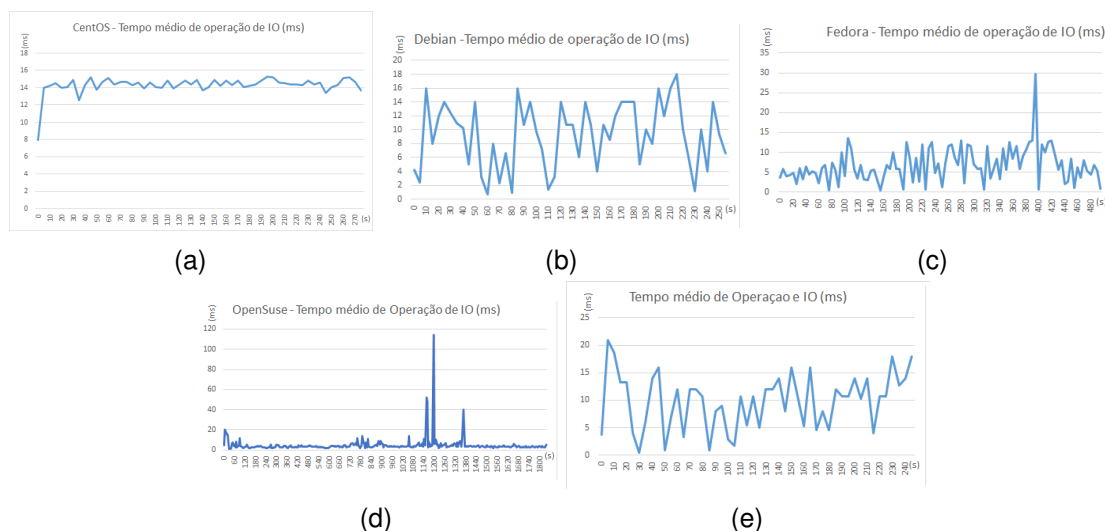


Figura 4 – Tempo médio de Operações de IO durante os testes

A Figura 4, que apresenta o tempo médio de operações de IO, 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.

Ao analisar a Figura 5, 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 em uma média próxima aos 2GB livres e o CentOS

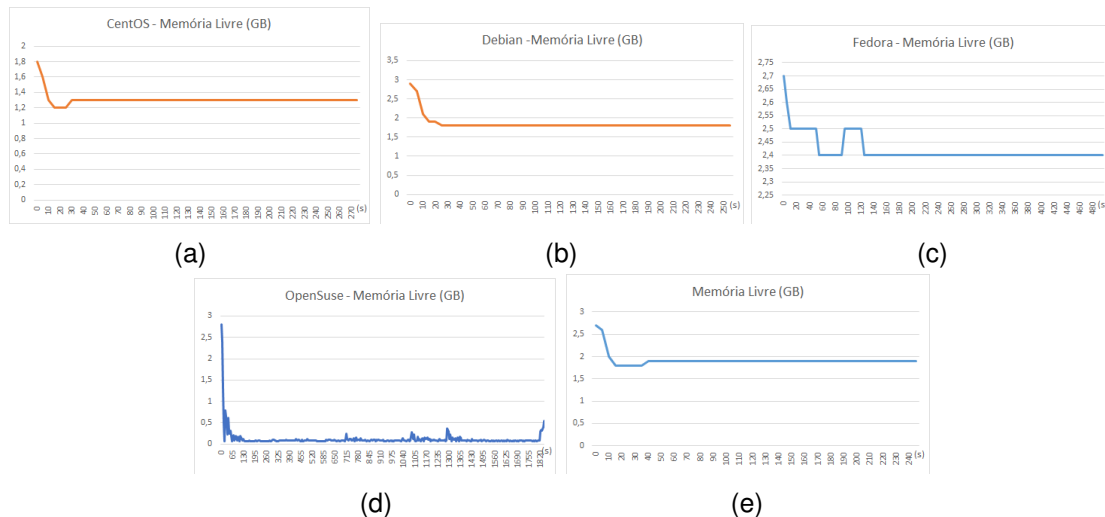


Figura 5 – Memória Livre

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.

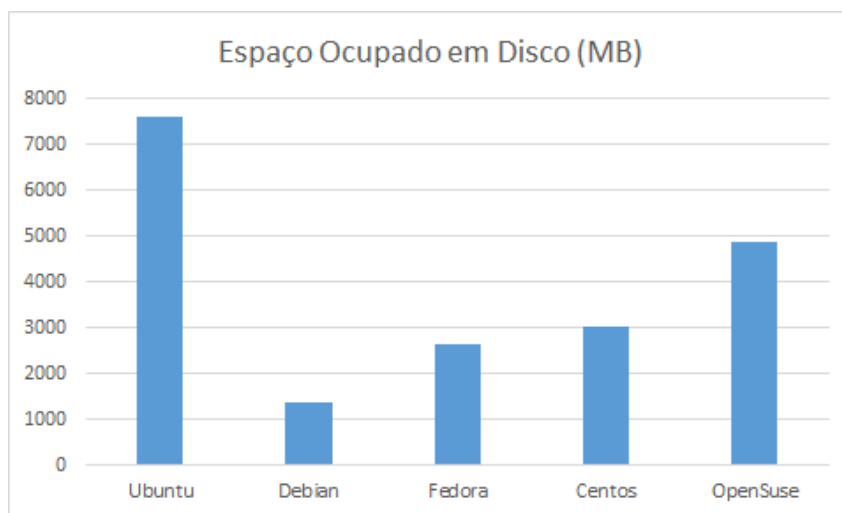


Figura 6 – Espaço ocupado em disco na instalação

Analisando a Figura 6, percebe-se que Ubuntu é a distro que ocupa o maior espaço: 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.

5.1- Análise dos resultados

Esse trabalho teve como objetivo principal comparar o desempenho das distribuições Linux mais utilizadas nos serviços de *cloud computing* para hospedagem de um *e-commerce*. Os dados utilizados para chegar a esse objetivo foram obtidos através de uma ferramenta de monitoramento. A tabela 1 apresenta uma média dos resultados obtidos em cada quesito durante o teste.

	Memória Livre (GB)	Espaço Ocupado em Disco (MB)	Uso de CPU(%)	Tempo médio de Operações de IO	Quantidade de Requisições por Segundo
Debian	1.8	1358	181	9.2	39.49
Fedora	2.4	2648	173	6.7	20.18
Ubuntu	1.9	7605	181	9.8	40.83
CentOS	1.3	3031	183	14.3	36.21
OpenSuse	0.1	4879	144	4.7	5.44

Tabela 1 – Média dos resultados obtidos

Inicialmente observou-se um desempenho muito inferior das distros OpenSuse. Dessa forma, essa distribuição não se mostrou adequada para a hospedagem de um *e-commerce* principalmente pelo fato da sua capacidade de atender requisições em paralelo ficar muito abaixo do desempenho das outras distribuições analisadas nesse trabalho. Durante os testes, essa distro consumiu aproximadamente 95% de sua Memória Ram, consequentemente 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, conclui-se que obtiveram resultados medianos em relação as outras distros. Apesar de apresentar resultados consistentes em relação ao tempo médio de operações de IO, essa distribuição não é a mais indicada 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 todos 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, conclui-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*.

6- Conclusão

Este projeto teve como objetivo realizar uma análise de desempenho das principais distribuições Linux utilizadas pelas empresas de *cloud computing* no Brasil. Auxiliando nesse propósito, foi criada uma metodologia na qual consistiu em um ambiente de teste composto por um servidor com *e-commerce* instalado, uma máquina atacante e uma máquina monitora.

Demonstrou-se ao longo do projeto a eficácia dos métodos escolhidos para a realização dos testes de desempenho, uma vez que os resultados obtidos foram satisfatórios e o objetivo do projeto foi alcançado. Foram comparados os desempenhos de 5 distribuições Linux mais usadas por empresas de *cloud computing* no Brasil. Através de uma análise dos resultados obtidos, foi possível verificar as vantagens e desvantagens na utilização de cada uma das distros na hospedagem de um *e-commerce* em um serviço de *cloud computing*. Conforme as métricas avaliadas, concluiu-se que a distro Debian é a que melhor se destaca na hospedagem de um *e-commerce* entre as distros oferecidas pelas empresas de *cloud computing* no Brasil.

Para trabalhos futuros, é sugerida uma avaliação da influência que o Sistema Operacional pode ter no desempenho da hospedagem de um *e-commerce*. Uma outra sugestão de trabalhos futuros, seria uma avaliação de desempenho das distribuições analisadas neste trabalho a partir da realização de testes com outros *benchmarks*. Outro ponto interessante que poderá ser estudado em um trabalho futuro é o comportamento da memória após os testes, essa análise permitirá uma verificação de qual das distribuições se recupera melhor após o estresse. Por fim, espera-se que este estudo possa ser utilizado como referência para outros projetos na área, contribuindo para a disseminação dos temas a ele relacionados.

Referências

ABSAM. Absam.io: Quem é Absam? A maior plataforma de Cloud Computing do Brasil! Disponível em: <https://absam.io/sobre-a-absam>. Acesso em: 09/10/2022.

ALMEIDA, João Emilio. Cloud Computing: um novo paradigma na computação e armazenamento de dados. **Kriativ. Tech**, 2018.

BALEN, Josip; VAJAK, Denis; SALAH, Khaled. Comparative performance evaluation of popular virtual private servers. **Journal of Internet Technology**, v. 21, n. 2, p. 343–356, 2020.

BÖHM, Markus et al. Cloud computing and computing evolution. **Technische Universität München (TUM), Germany**, 2010.

BORAS, Marko; BALEN, Josip; VDOVJAK, Kresimir. Performance Evaluation of Linux Operating Systems, p. 115–120, 2020.

BRASIL CLOUD. Quem Somos. **Brasil Cloud Nuvem Corporativa**. Disponível em: https://brasilcloud.com.br/a-empresa__trashed/institucional/. Acesso em: 09/10/2022.

CALADO, Aprigio de Lima. Uma análise comparativa de distribuições dos sistema operacional Linux, 2018.

CÂNDIDO, Ana Clara. Posicionamento do Brasil face aos países mais avançados em cloud computing. **IET Working Papers Series**, IET/CICS. NOVA, p. 1–22, 2015.

CARISSIMI, Alexandre. Desmistificando a Computação em Nuvem. **Instituto de Informática–Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)–Porto Alegre–RS**, 2015.

CENTOS. About CentOS. Disponível em: <https://www.centos.org/about/>. Acesso em: 09/10/2022.

CHAVES, Sidney. **A questão dos riscos em ambientes de computação em nuvem**. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

DEBIAN. Debian – As pessoas: quem somos e o que fazemos. Disponível em: <https://www.debian.org/intro/people>. Acesso em: 09/10/2022.

DISTROWATCH. DistroWatch.com: openSUSE. Disponível em: <https://distrowatch.com/table.php?distribution=opensuse>. Acesso em: 09/10/2022.

DOMINGUES, Michael AP. Performance testing of open-source HTTP web frameworks in an API. **DSIE'17**, p. 8, 2017.

E-COMMERCE BRASIL. PMEs registram 20% de alta no e-commerce; Pix já representa 14,5% dos pedidos pagos online, 2022. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/pmes-alta-e-commerce-pix-nuvemshop/>. Acesso em 09/10/2022.

EVEO. EVEO — Quem somos. pt-BR. **EVEO - Soluções em Data Center, Cloud Computing e Servidores Dedicados**. Disponível em: <https://www.eveo.com.br/sobre/>. Acesso em: 09/10/2022.

FEDORA. Fedora's Mission and Foundations :: Fedora Docs. Disponível em: <https://docs.fedoraproject.org/en-US/project/>. Acesso em: 09/10/2022.

FERRISBULLER. 16 Best DDOS Attack Tools in 2022. en-US. **Security Boulevard**, jan. 2022. Disponível em: <https://securityboulevard.com/2022/01/16-best-ddos-attack-tools-in-2022/>. Acesso em: 09/10/2022.

GARTNER. Cloud Shift Impacts All IT Markets. en. **Gartner**. Disponível em: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/cloud-shift-impacts-all-it-markets>. Acesso em: 10/10/2022.

JUSTO, Socialmente. Software Livre é, 2005.

LOCAWEB. A Empresa — Infraestrutura e Data Center no Brasil - Locaweb. pt-br. **Locaweb.com.br - Líder em Hospedagem**. Disponível em: <https://www.locaweb.com.br/sobre-locaweb/>. Acesso em: 09/10/2022.

MELL, Peter; GRANCE, Tim et al. The NIST definition of cloud computing. Computer Security Division, Information Technology Laboratory, National ..., 2011.

MORIMOTO, C.E. **Servidores Linux: GUIA PRÁTICO**. [S.l.]: SULINA, 2015. ISBN 9788599593134.

NETO, Paulo. Demystifying cloud computing. v. 24, p. 16–21, 2011.

PACHECO, Inês. Estudo comparativo de plataformas para soluções de E-commerce. **Cadernos de Investigação do Mestrado em Negócio Eletrónico**, v. 2, 2022.

QNAX. A história da Qnax que atua no mercado de Data Center desde 2005, 2022. Disponível em: <https://qnax.com.br/empresa>. Acesso em: 09/10/2022.

SALA-ZÁRATE, Maria; COLOMBO-MENDOZA, Luis. Cloud computing: a review of PaaS, IaaS, SaaS services and providers. **Lámpsakos**, n. 7, p. 47–57, 2012.

SALAH, K. et al. Performance evaluation of popular Cloud IaaS providers, p. 345–349, 2011.

SOWMYA, SK; DEEPIKA, P; NAREN, J. Layers of cloud-IaaS, PaaS and SaaS: a survey. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 5, n. 3, p. 4477–4480, 2014.

TANENBAUM, Andrew S; WOODHULL, Albert S. **Sistemas operacionais: projeto e implementacao (3a. ed.)**. [S.l.]: Grupo A - Bookman, 2000. OCLC: 923755225. ISBN 9788577802852.

TRES, Crineu; QUEIROZ, Ulisses Muniz de. Estudo de implementação de uma distribuição LINUX, 2003.

UBUNTU. About the Ubuntu project. en. **Ubuntu**. Disponível em: <https://ubuntu.com/about>. Acesso em: 09/10/2022.