

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE HIPERVISORES NO CONTEXTO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS WINDOWS E LINUX

Hugo Augusto Coutinho Ribeiro.

hugoribeirost@gmail.com

Juliano Schimiguel

Centro Universitário Padre Anchieta

schimiguel@gmail.com

RESUMO:

Com o avanço da tecnologia e aumento das capacidades computacionais, o conceito de virtualização tornou-se uma estratégia para otimizar a utilização de recursos. O objetivo do presente trabalho é realizar uma análise comparativa entre três hipervisores disponíveis: o XenServer 6.2.0, o VMWare Workstation 11 e o Microsoft Hyper-V, mesclando os sistemas operacionais Windows Server 2012 R2 e Ubuntu Server 12.04 LTS. Também foram observadas as diferentes técnicas de virtualização: a emulação, a virtualização completa e a para-virtualização. A análise de desempenho foi alcançada baseando-se na utilização do *benchmark* SysBench 0.4.12, que permitiu gerar resultados comparativos de forma repetida e rápida. São consideradas as diferenças entre os hipervisores e os efeitos nos resultados obtidos, portanto as análises servem como base informal para que usuários consigam tomar suas decisões no momento da escolha de um hipervisor e um sistema operacional.

Palavras-chave: Virtualização, Hipervisor, Hyper-V, XenServer, VMWare Workstation 1

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento das capacidades computacionais e preocupação com a otimização de hardware, o consumo de energia e os custos operacionais, entre outras, surge a necessidade de se quebrar novos paradigmas para viabilizar e controlar esse aumento, garantindo que o equipamento comprado venha a ser utilizado de forma eficiente. Nesses casos, a virtualização pode se tornar um grande facilitador para o profissional de TI (Tecnologia da Informação) na otimização e centralização de recursos, levando-se em conta desempenho e alta disponibilidade.

Dentre os diversos ambientes em que se pode utilizar a virtualização, destacam-se os Centros de Processamento de Dados (CPDs) e *Data Centers*, que são ambientes nos quais se abrigam vários servidores e dispositivos, com o objetivo de, prioritariamente, oferecer alta disponibilidade de serviços de processamento e armazenamento de dados, como, por exemplo, em sites de internet e sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*). Esses *Data Centers* são

responsáveis pelo armazenamento de uma grande escala de informações e serviços, o que exige a locação de uma infraestrutura exclusiva, além de estrutura elétrica e de rede para manter o bom funcionamento dos equipamentos.

Para que se possa reduzir a infraestrutura, os custos com TCO (*Total Cost of Ownership*), energia elétrica, e utilizar, de maneira adequada, os recursos de *hardware*, a virtualização é uma solução viável, quando empregada, segundo Quevedo (2008), como consolidadora de servidores e/ou serviços, pois possibilita aumentar o uso dos servidores, além de permitir diversos sistemas operacionais em uma mesma plataforma física. Isso proporciona benefícios na manutenção, disponibilidade, confiabilidade e mobilidade dos sistemas, e tolerância a falhas, além de rápida recuperação de problemas (POLLON, 2008). Tendo em vista a redução de custos e aumento da capacidade de TI com qualidade, as empresas realizam estudos para a escolha da melhor ferramenta e da melhor técnica de virtualização a ser empregada.

Segundo Saade (2015), a virtualização de ambientes de TI pode desempenhar um importante papel em tempos de crise, ajudando os negócios a administrar melhor as despesas de capital relacionadas à propriedade e manutenção do hardware. Não são raros os casos de empresas que muitos servidores estão ociosos à espera de trabalho enquanto outros executam aplicações antigas, que são mantidas apenas por questões de conformidade ou compatibilidade. Esses aplicativos de "segunda linha" podem ser migrados para máquinas virtuais nos equipamentos com capacidade ociosa, para que outros servidores possam ser desligados, poupando energia para alimentá-los e resfriá-los. Em resumo, consolidar hardware é sinônimo de economia e, com os reajustes pesados nas contas de luz no primeiro semestre de 2015, cada quilowatt consumido a menos é para ser comemorado”.

A virtualização de servidores é um meio de melhorar processos, otimizando espaços e desempenhos, compartilhando capacidades e reduzindo custos. A motivação de desenvolvimento desse trabalho surgiu com o crescimento do termo virtualização, juntamente com a falta de pesquisas que tragam a comparação dos ambientes propostos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Um sistema operacional desempenha várias funções, mas, de modo geral, sua principal ação é facilitar a comunicação do usuário com o computador. Com ele, é possível controlar toda a parte física de um computador, bem como os *softwares* nele instalados, tendo também, como objetivo, uma melhor utilização dos recursos da máquina. Assim, Silberchatz, Galvin e Gagne

(2001, p. 3) concluem que um sistema operacional torna o uso do sistema de computação mais conveniente.

Segundo Tanenbaum e Woodhull (2000, p. 17):

Sem software, um computador é basicamente um inútil amontoado de metal. Com software, um computador pode armazenar, processar e recuperar informações, exibir documentos de multimídia, pesquisar na internet e envolver-se em muitas outras importantes atividades que justificam seu valor. O software de computador pode ser dividido, a grosso modo, em duas espécies: programas de sistema, que gerenciam a operação do computador em si, e programas aplicativos, que executam o trabalho que o usuário realmente deseja. O programa de sistema mais fundamental é o sistema operacional, que controla todos os recursos do computador e fornece a base sobre a qual os programas aplicativos podem ser escritos.

Segundo Tanenbaum (2001), na informática, o servidor é o responsável por fornecer um sistema de computação centralizado, o qual disponibiliza serviços a computadores (clientes) conectados a ele, por meio de uma rede denominada cliente-servidor. Esses muitos serviços podem ser das mais diversas naturezas, como arquivos, impressões, correios eletrônicos, sistemas, bancos de dados e internet.

O mercado para servidores do tipo *mainframe* é restrito para grandes corporações, devido ao seu alto custo. Com o desenvolvimento de servidores menos complexos, o Instituto de Pesquisa Gartner (2008) prevê que a utilização de servidores do tipo x86 (que são conhecidos como servidores de microinformática, por terem sido desenvolvidos com base em computadores pessoais) cresça muito nos próximos anos, em função de seu baixo custo de aquisição.

O conceito de virtualização remete às décadas de 50 e 60, época na qual os *mainframes* tiveram um crescimento considerável e, com esse, a empresa IBM teve a necessidade de dividir grandes *mainframes* para que vários usuários pudessem utilizá-los. Foi então que, segundo Laureano (2006), foi criada uma máquina virtual, que simulava uma máquina real, na qual a sensação era de exclusividade do sistema para o seu uso.

A importância da virtualização, nesse contexto, era garantir o isolamento entre os usuários e solucionar problema com a portabilidade de aplicações, pois, naquela época, existiam diversos *mainframes* no mercado, cada um com sua própria aplicação e com seu sistema operacional.

Segundo Almeida (2009), a concepção de máquina virtual proposta pela IBM era a de execução diretamente sobre o *hardware* de um componente chamado de Monitor de Máquina

Virtual (MMV), no qual cada instância rodava seu próprio sistema operacional. Atualmente, muitas máquinas virtuais baseiam-se nesse modelo.

Amaral (2009) comenta que:

Para entender perfeitamente o conceito da tecnologia, deve-se traçar um paralelo entre o que é real e o que é virtual. Seguindo essa linha de raciocínio, algo real teria características físicas, concretas; já o virtual está associado àquilo que é simulado, abstrato. Dessa forma a virtualização pode ser definida como a criação de um ambiente virtual que simula um ambiente real, propiciando a utilização de diversos sistemas e aplicativos sem a necessidade de acesso físico à máquina na qual estão hospedados.

A virtualização é uma forma de compartilhar um único *hardware* em vários ambientes isolados, possibilitando assim a execução de diferentes sistemas operacionais sobre uma única máquina física (MATTOS, 2009, p. 1). Sendo assim, é possível ter um melhor aproveitamento de recursos e capacidades de *hardware* de uma máquina.

De acordo com Moreira (2015), a utilização de máquinas físicas separadas para cada aplicação não tem um bom aproveitamento de seus recursos, pois os servidores, em média, usam somente de 5% a 10% de suas capacidades.

“Para que a virtualização seja feita, precisa-se que o comportamento dos recursos ou interfaces sejam copiados, tornando necessária uma camada de *software*, a qual irá repassar ações equivalentes de um sistema para o outro. Conforme o local e a forma pela qual tal transformação é feita, é possível classificar em três categorias os softwares de virtualização” (VERAS, 2011, p. 100):

- **Nível de *hardware*:** a camada de virtualização é inserida direto sobre a máquina física e repassa os recursos físicos de forma abstrata, semelhante aos originais. Tal modelo foi originalmente utilizado nas máquinas virtuais da década de 60.
- **Nível de sistema operacional:** para esse caso, a camada de virtualização é colocada entre o sistema operacional e as aplicações. Através de tal camada, é possível criar, em uma plataforma, partições lógicas compartilhando o mesmo sistema operacional, porém, cada uma delas é vista como uma máquina isolada.
- **Nível de linguagem de programação:** seu objetivo é definir uma máquina virtual abstrata, na qual se executam aplicações desenvolvidas sobre uma linguagem de programação específica. Tal camada é uma aplicação de sistema operacional.

Para a virtualização de um sistema, é necessário executar, na máquina física, um *software host* chamado de *Virtual Machine Monitor* (VMM), ou *Hypervisor* (SEO, 2009, p. 1). Esse hipervisor ou Monitor de Máquina Virtual tem a função de administrar os recursos de *hardware*, criando uma camada de *software* entre o *hardware* e o sistema operacional, protegendo o acesso direto aos recursos físicos do sistema (CARISSIMI, 2008, p. 180). Além disso, os VMMs diminuem o trabalho de gerenciamento de *softwares* em máquinas com características de *hardware* diferentes e provêm um dos maiores benefícios da virtualização que é a portabilidade, permitindo o deslocamento dos sistemas hospedados de uma máquina física para outra. Em alguns VMMs é possível fazer essa migração enquanto estão em execução (MATTHEWS et al. 2008, p. 3).

Os *hypervisors* podem ser classificados em dois tipos:

(i) *Baremetal*: Também chamado de Tipo 1, esse tipo de *hypervisor* roda diretamente no *hardware* do servidor. Assim, é possível criar máquinas virtuais a partir dele e instalar sistemas operacionais independentes em cada uma delas (LOTTI e PRADO, 2010). Assim, o *hypervisor* nativo acaba compartilhando os recursos de hardware (processador, memória e meios de armazenamento) entre as máquinas virtuais, de forma que cada uma delas tenha a ilusão de que esses recursos são privativos a ela (VERAS, 2011, p. 101). Exemplos de hipervisores desse formato são o *VmWare ESX*, *XenServer* e o *Microsoft Hyper-V*.

(ii) *Emulação*: O segundo tipo oferece a instalação do sistema operacional (Windows ou Linux) no *hardware*, que comporta o *hypervisor* como um aplicativo, que gerenciará as máquinas virtuais junto com os demais *softwares* em execução no sistema *host* (LOTTI e PRADO, 2010; MODA et al., 2008). Dessa forma, a interação entre a máquina virtual e o *hardware* passa por uma camada a mais de “emulação”, podendo levar a danos no desempenho em um ambiente com alta necessidade de processamento, segundo MODA et al. (2008). Alguns exemplos desses hipervisores são o *Microsoft Virtual Server 2005*, *Virtual PC*, *VmWare Server* e *Virtual Box*.

Dentre as técnicas utilizadas para a implementação de monitores de máquina virtual, a virtualização total e a para-virtualização se destacam por sua aplicabilidade. A virtualização total (*full virtualization*) cria um ambiente virtualizado, no qual o Sistema Operacional (SO) hospedeiro pensa estar sendo executado diretamente sobre uma estrutura física de hardware (GOMES; FRACALOSSO, 2007, p. 8). Segundo Maziero (2013), os sistemas convidados não necessitam de alterações, pois nesse ambiente todas as instruções dos dispositivos de *hardware*, incluindo processador, são virtualizadas. Gomes e Fracalossi (2007, p. 8) comentam que "ao instalar um *software* de virtualização [...], ele se encarrega de instalar no seu sistema operacional

hospede uma série de *device drivers* adicionais para que as MVs possam interagir com os *devices* físicos do PC.”. “Com a virtualização total, o desempenho pode ser inferior, levando-se em conta o fato de que as instruções de *hardware* devem ser interpretadas pelo VMM” (ANDRADE, 2006, p. 14).

Segundo Veras (2011, p. 106), “A para-virtualização surgiu como uma forma de contornar as desvantagens de uso da virtualização completa, no que diz respeito ao processamento.”.

Para Maziero (2013), na para-virtualização, ao contrário da virtualização total, o sistema hospedeiro necessita de modificações e acessa dispositivos de *hardware* virtuais similares, porém não idênticos aos dispositivos de *hardware* reais. Essas alterações são efetuadas pelo VMM quando são executadas instruções sensíveis, em que o estado do sistema possa ser modificado, não sendo necessário que o VMM teste instrução por instrução, obtendo ganho de desempenho, porém, diminuindo a portabilidade do sistema (MATTOS, 2009; LAUREANO, 2006).

3. METODOLOGIA

Neste trabalho, foram estudadas as tecnologias de virtualização de máquinas, com utilização voltada a ambientes de servidores, bem como a viabilidade da aplicação da tecnologia, suas vantagens e desvantagens, embasando-se em testes reais trabalhados. Como fontes de informações, foram utilizados livros, documentos e artigos, visando demonstrar a aplicabilidade prática dos conhecimentos adquiridos dos livros.

Utilizou-se, neste trabalho, as tecnologias Microsoft Windows Server 2012 R2 e o Ubuntu Server 12.04 LTS. Trabalhou-se com as ferramentas para virtualização XenServer 6.2.0, VMWare Workstation 11, e Microsoft Windows Hyper-V.

A máquina usada para os testes foi um servidor em torre da marca Dell, modelo PowerEdge T110; Processador Intel Xeon 3470, Quad-Core 2.93Ghz; Placa-mãe (*motherboard*) Foxconn Dell E93839; dois módulos de memória RAM SMART, DDR3, 1333Mhz, com 2GB de memória cada, totalizando 4GB; um disco rígido (HD) da marca SEAGATE, modelo Constellation* ES 7200 RPM de 2 TB.

Para os testes de desempenho, as máquinas virtuais foram configuradas para utilizar apenas 2GB de memória RAM, sendo que o sistema operacional *host* ficou com o restante para seu funcionamento. Já para os testes dos sistemas operacionais *host*, a quantidade de memória

foi diminuída (retirado um pente de memória de 2GB) para 2GB, a fim de ter a mesma configuração de memória das máquinas virtuais. Todos os ambientes virtuais foram criados com 1,6T de HD e esse espaço foi pré-alocado.

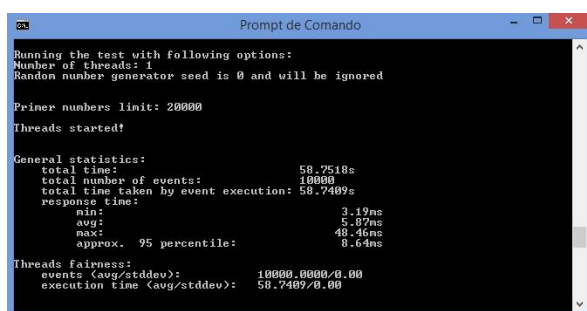
O desempenho das máquinas foi avaliado a partir do *benchmark open source* Sysbench 0.4.12, que é uma ferramenta modular, multiplataforma, para testar os parâmetros de um sistema operacional (SYSBENCH, 2015).

Os *scripts* a seguir foram baseados em sugestões retiradas do próprio manual do Sysbench, adaptadas pelos autores deste artigo para satisfazer os requisitos dos testes de desempenho propostos. Esses testes avaliam processador (CPU), memória RAM, leitura e escrita em disco rígido usando as seguintes linhas de código:

O *script* abaixo testa o desempenho do processador (CPU):

```
sysbench --test=cpu --cpu-max-prime=20000 run
```

Figura 1: *Script* para teste de CPU



```
Prompt de Comando
Running the test with following options:
Number of threads: 1
Random number generator seed is 0 and will be ignored

Primer numbers limit: 20000
Threads started!

General statistics:
total time: 58.7518s
total number of events: 10000
total time taken by event execution: 58.7409s
response time:
min: 3.19ms
avg: 5.87ms
max: 48.46ms
approx. 95 percentile: 8.64ms

Threads fairness:
events (avg/stddev): 10000.0000/0.00
execution time (avg/stddev): 58.7409/0.00
```

Figura 2: Exemplo da tela de execução do Sysbench em ambiente Windows

Já o *script* abaixo foi desenvolvido para testar o desempenho da memória RAM, transferindo um total de 4GB de dados:

```
sysbench --test=memory --memory-total-size=4G run
```

Figura 3: *Script* para teste de memória RAM

Para os testes de desempenho de escrita em disco rígido, o *script* abaixo é executado em duas partes:

1 - Executa a escrita aleatória de 128 arquivos-texto, totalizando o tamanho de 2GB;

2 – Apaga os arquivos-texto criados.

```
sysbench --num-threads=16 --test=fileio --file-total-size=2G --file-test-mode=rndwr run
sysbench --num-threads=16 --test=fileio --file-total-size=2G --file-test-mode=rndwr
cleanup
```

Figura 4: *Script* para teste de escrita em disco rígido

Já para os testes de leitura em disco rígido, o *script* abaixo também é executado, assim como no teste de escrita, em mais de um passo:

- 1 – Cria 128 arquivos-texto, com o tamanho total de 10G;
- 2 – Executa a leitura aleatória desses arquivos;
- 3 – Apaga os arquivos criados.

```
sysbench --num-threads=16 --test=fileio --file-total-size=10G --file-test-mode=rndrd
prepare
sysbench --num-threads=16 --test=fileio --file-total-size=10G --file-test-mode=rndrd run
sysbench --num-threads=16 --test=fileio --file-total-size=10G --file-test-mode=rndrd
cleanup
```

Figura 5: *Script* para teste de leitura em disco rígido

Para os testes de desempenho, foram criados quatro ambientes físicos e, sobre cada um desses ambientes, dois ambientes virtuais. Para o primeiro ambiente, a máquina host recebeu o sistema operacional Microsoft Windows Server 2012 R2 e, sobre ele, foram instaladas duas máquinas virtuais, utilizando o hipervisor Microsoft Hyper-V. A primeira recebeu também o Microsoft Windows Server 2012 R2, e a segunda recebeu a distribuição Linux Ubuntu Server 12.04 LTS.

No segundo ambiente, foi utilizado também o Windows Server 2012 R2 para a máquina host e, sobre ela, também foram rodadas duas máquinas virtuais utilizando o Microsoft Windows Server 2012 R2 e a distribuição Linux Ubuntu Server 12.04 LTS, porém, utilizando o hipervisor VMWare Workstation 11.

Já o terceiro ambiente utilizou a distribuição Linux Ubuntu 12.04 LTS para a máquina host e, sobre ela, foram rodadas duas máquinas virtuais com o Microsoft Windows Server 2012

R2 para a primeira, e a distribuição Linux Ubuntu Server 12.04 LTS para a segunda. O hipervisor utilizado nesse ambiente foi o VMWare Workstation 11.

Para o quarto ambiente, foi utilizado o hipervisor XenServer 6.2.0, em que as duas máquinas virtuais que foram rodadas sobre ele receberam o Microsoft Windows Server 2012 R2 para a primeira, e a distribuição Linux Ubuntu Server 12.04 LTS para a segunda.

A análise estatística foi realizada aplicando-se os testes t de Student, ANOVA e Tuckey. Esses testes têm como fundamento comparar a média de duas (t de Student) ou mais (ANOVA e Tuckey) populações para avaliar se há diferença entre elas. Nos testes de desempenho, foram analisados processamento (CPU), memória RAM, velocidade de gravação e leitura em disco rígido (HD). Cada teste foi aplicado 20 vezes de igual forma para as máquinas físicas e virtuais. A partir dos 20 resultados de cada teste, foram calculados a média e o desvio-padrão, para que se tivesse maior confiabilidade nos resultados apresentados na forma de gráficos e tabelas. Todos os dados analisados apresentam valores em segundos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apurados na análise estatística podem ser observados nos gráficos ao longo do trabalho. Os gráficos são formados por colunas e a altura apresenta a média, em segundos, dos testes de desempenho de cada máquina testada. Também é possível observar, em cada uma das colunas dos gráficos, um segmento de reta, que representa o desvio-padrão.

4.1 Desempenho entre os sistemas *host*

As figuras 6, 7, 8 e 9 representam gráficos, que apresentam a comparação de desempenho de dois sistemas *host*, um utilizando o Windows Server 2012 R2 e outro o Ubuntu Server 12.04 LTS, para processador (CPU), memória RAM, gravação e leitura em HD. É possível observar que o Windows Server 2012 R2 foi um pouco superior, quando avaliado o desempenho de memória. Porém o Ubuntu 12.04 LTS foi melhor em todos os outros testes avaliados.

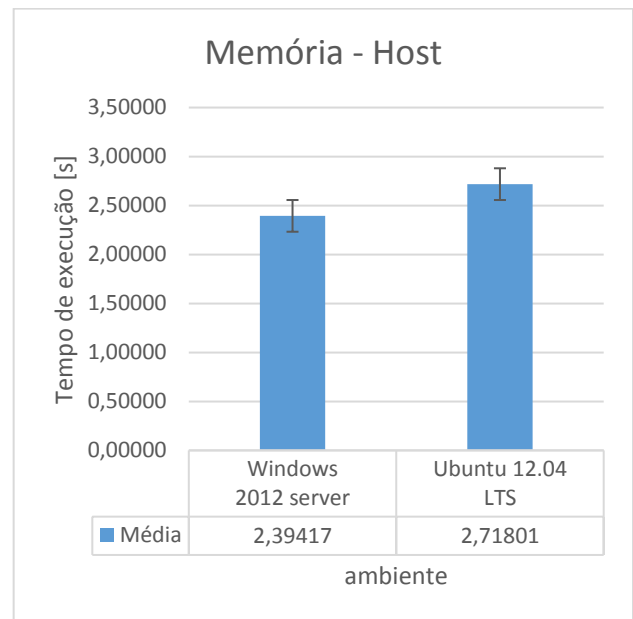
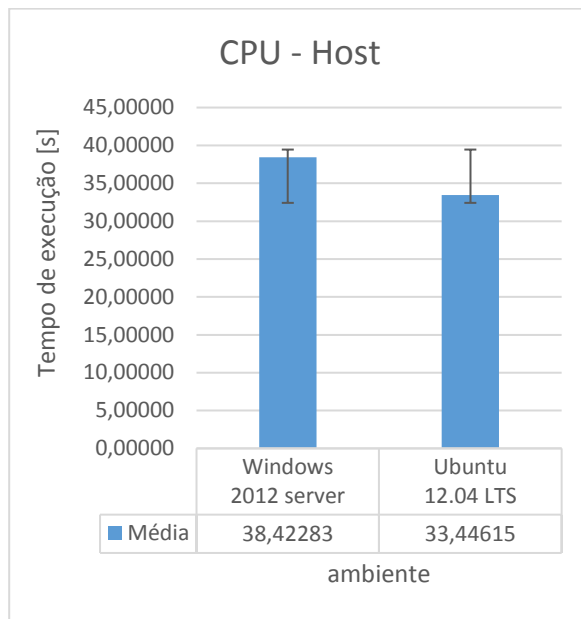


Figura 6: Comparação de desempenho de processador entre as máquinas *host* utilizando Windows Server 2012 R2 e Ubuntu 12.04 LTS.

Figura 7: Comparação de desempenho de memória entre as máquinas *host* utilizando Windows Server 2012 R2 e Ubuntu 12.04 LTS.

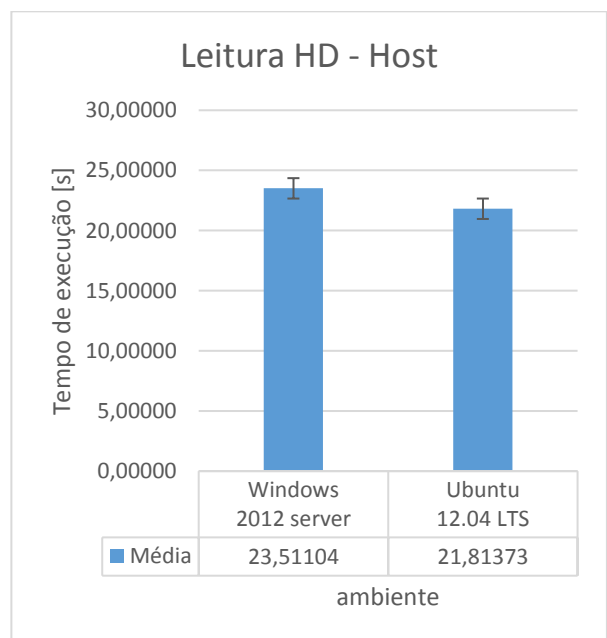
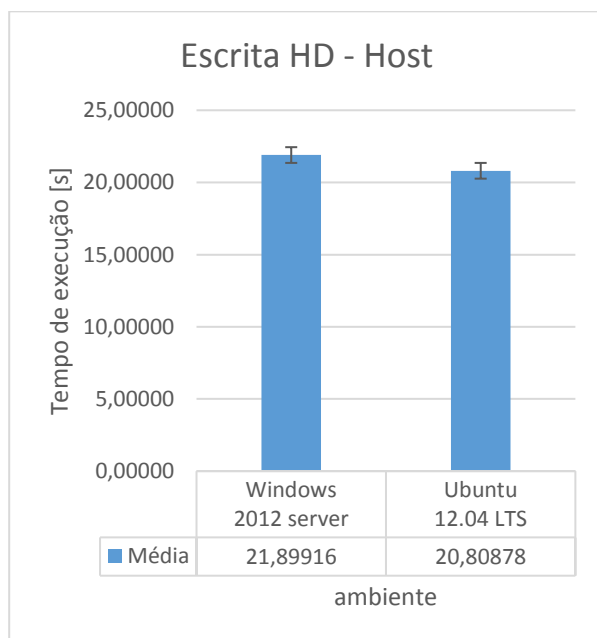


Figura 8: Comparação de desempenho de escrita em HD entre as máquinas *host* utilizando Windows Server 2012 R2 e Ubuntu 12.04 LTS.

Figura 9: Comparação de desempenho de leitura em HD entre as máquinas *host* utilizando Windows Server 2012 R2 e Ubuntu 12.04 LTS.

4.2 Desempenho entre todos os sistemas hospedeiros criados

Para avaliar qual hipervisor utilizado apresentou melhor desempenho, todas as máquinas hospedeiras foram comparadas entre si. As figuras 10, 11, 12 e 13 apresentam graficamente os resultados dos testes de desempenho para CPU, memória, leitura e escrita em HD. É possível observar, nos gráficos, o sinal de (+), que significa que o ambiente obteve o melhor desempenho e o sinal de (-), que significa que o ambiente obteve o pior desempenho.

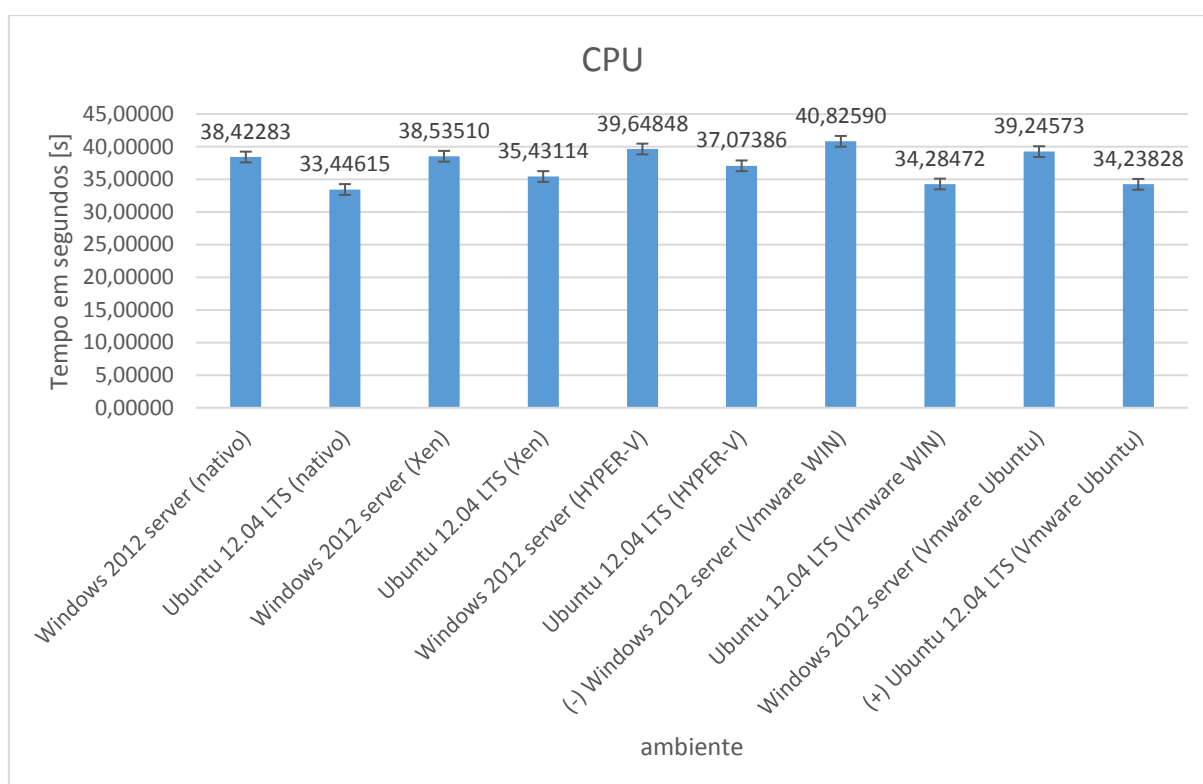


Figura 10: Comparação de desempenho de CPU entre todos os sistemas.

É possível observar na figura 10 que, na avaliação de CPU, os melhores resultados obtidos entre os sistemas virtualizados foram dos sistemas Ubuntu Server 12.04 LTS virtualizado sobre o *host* Ubuntu Server 12.04 LTS, utilizando o hipervisor VMware Workstation 11, e do sistema Ubuntu Server 12.04 LTS virtualizado sobre o *host* Windows Server 2012 R2, utilizando o hipervisor VMware Workstation 11, em que houve leve vantagem para o ambiente com *host* Ubuntu. Já o pior resultado foi o do sistema Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre o *host* Windows Server 2012 R2, também utilizando o hipervisor VMware Workstation 11.

Na comparação entre os sistemas virtualizados com os sistemas nativos, verificou-se que a maior perda de desempenho ocorreu no sistema Ubuntu Server 12.04 LTS virtualizado sobre o *host* Windows Server 2012 R2 com o hipervisor Microsoft Hyper-V, que obteve desempenho 10% superior ao desempenho do sistema nativo Ubuntu.

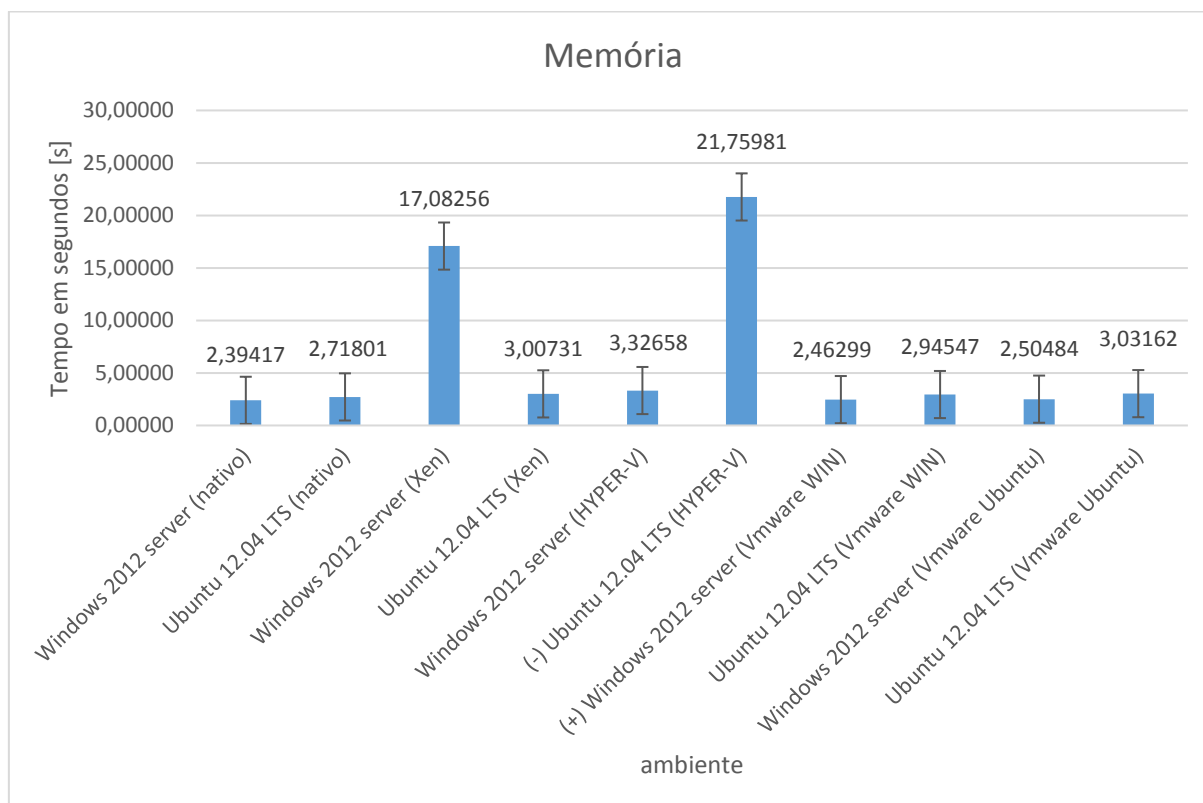


Figura 11 - Comparação de desempenho de memória RAM entre todos os sistemas virtualizados.

A figura 11 mostra que na comparação entre os sistemas *host*, houve uma vantagem do sistema Windows Server 2012 R2 em relação ao sistema Ubuntu Server 12.04 LTS. Para os ambientes virtualizados, o que obteve o melhor desempenho foi o Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre o hipervisor VMware Workstation 11 com *host* também Windows. Dois dos ambientes testados tiveram um desempenho muito inferior em comparação com o sistema *host* e com os outros ambientes, que foram o Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre o Xen, que apresentou um desempenho três vezes mais lento do que o sistema nativo, e o Ubuntu Server 12.04 virtualizado sobre o Hyper-V com *host* Windows Server 2012 R2, que teve um desempenho oito vezes menor que o sistema nativo.

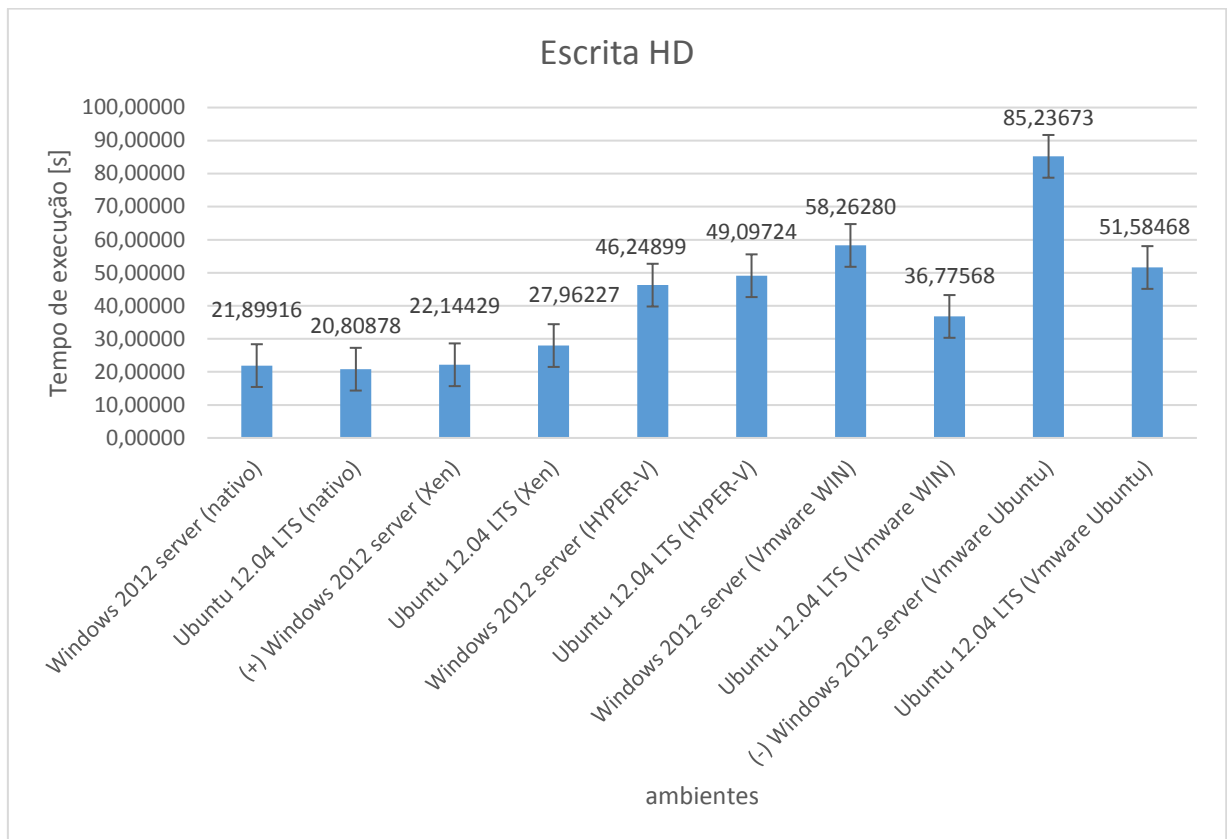


Figura 121 - Comparação de desempenho de escrita em HD entre todos os sistemas.

A figura 12 mostra que existiram grandes diferenças de desempenho entre cada um dos hipervisores e sistemas virtualizados. O sistema virtualizado que melhor se comportou e obteve um resultado muito próximo ao da máquina física foi o Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre o Xen.

O sistema que apresentou o pior resultado foi o Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre o VMWare Workstation 11 com *host* Ubuntu. O resultado apurado mostrou que o desempenho do sistema virtualizado foi quatro vezes mais lento do que a máquina física com mesmo sistema operacional.

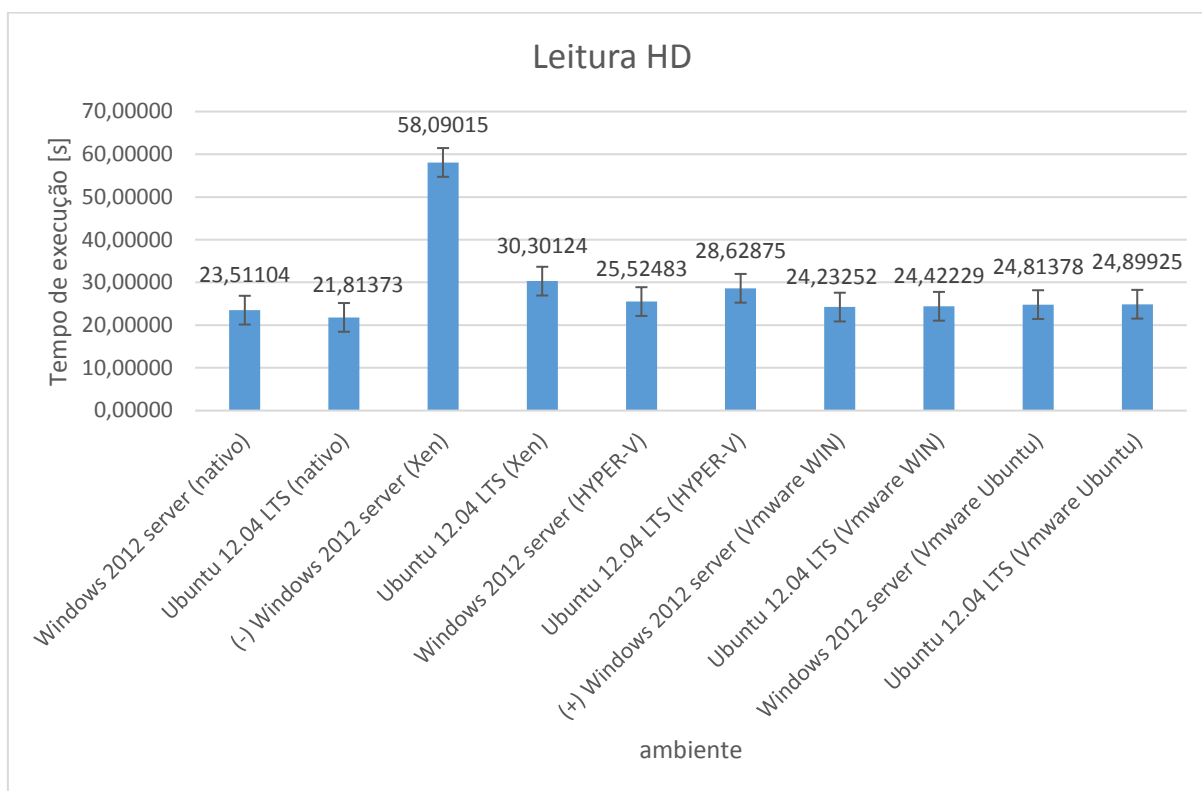


Figura 13 - Comparação de desempenho de leitura em HD entre todos os sistemas.

A figura 13 representa graficamente os sistemas virtualizados que obtiveram o melhor resultado no quesito leitura em HD. Estes foram os sistemas virtualizados sobre o hipervisor VMware Workstation 11, tanto com *host* Windows quanto Ubuntu, com leve vantagem para o ambiente com *host* Windows e hospedeiro Windows.

Já o menor desempenho foi obtido pelo sistema Windows Server 2012 R2 virtualizado sobre hipervisor Xen Server 6.2.0, em que se observou uma perda de desempenho considerável, no qual o tempo médio de execução foi maior do que o dobro em relação ao sistema nativo Windows Server 2012 R2.

5. CONCLUSÃO

Através deste estudo, foi possível obter um maior conhecimento sobre a virtualização, seus tipos e suas funcionalidades, bem como os benefícios que ela traz para ambientes de TI, porém, sabendo-se que ainda existem alguns desafios em sua utilização.

A partir do *benchmark* Sysbench, foram efetuados testes e analisado o desempenho de cada uma dessas ferramentas com diferentes sistemas operacionais nos quesitos CPU, memória RAM, escrita e leitura em HD. Por meio desses testes, foi possível analisar que, primeiramente,

entre os sistemas operacionais testados como *host*, o Linux Ubuntu 12.04 LTS teve menos desempenho apenas nos testes de CPU, porém, para os demais, seu desempenho foi consideravelmente melhor. Já entre as ferramentas para virtualização testadas, o comportamento entre as máquinas virtuais se alterou muito entre os quesitos analisados, de acordo com os diferentes sistemas operacionais analisados. Verificou-se também que a perda de desempenho de uma máquina real para uma máquina virtual é pequena e, em alguns casos, pode até existir ganho de desempenho, sendo que o resultado depende tanto do sistema operacional hospedeiro quanto do hipervisor e do sistema operacional convidado. Conclui-se, então, que várias são as influências que podem alterar o desempenho de máquinas quando utilizada a virtualização. Assim, para a escolha de um ambiente de virtualização a ser utilizado em um ambiente real, deve-se levar em consideração quais serviços serão executados no servidor, e quais as necessidades desses serviços, haja vista que, para cada tipo de necessidade, é possível escolher uma combinação diferente de Sistema Operacional *host*, hipervisor e Sistema Operacional hospedeiro.

Este trabalho poderia ser continuado de muitas maneiras, entre elas, executar outros *benchmarks* com a ferramenta SysBench, aumentar a carga dos testes e testar diferentes sistemas operacionais e hipervisores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, João P. V. de. *Impacto de plataformas de virtualização no consumo energético: um estudo comparativo entre Xen e KVM*. 2009.

ALVES, Rafael dos Santos. *Um servidor de máquinas virtuais adaptado a múltiplas pilhas de protocolos*. 2010.

AMARAL, Fábio Eduardo Paganin Reis. (2009) *O que é Virtualização*. Acesso em 22/02/2015, disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/web/1624-o-que-e-virtualizacao-.htm?utm_source=404corrigido&utm_medium=baixaki>.

ANDRADE, M. T. *Um Estudo Comparativo Sobre as Principais Ferramentas de Virtualização*. Pernambuco. 2006.

BATTISTI, Júlio; SANTANA, Fabiano. *Windows Server 2008 – Guia de estudos completo: implementação, administração e certificação*. Nova Terra, Santa Cruz do Sul. 2008.



CAMPOS, Augusto. *O que é Linux. BR-Linux.* Florianópolis. Acesso em 08/02/2015. Disponível em: <<http://www.viaebooks.com.br/wp-content/uploads/2011/06/linux.pdf>>.

CARISSIMI, Alexandre. *Virtualização: da teoria a soluções. Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores - SBRC'2008, 173-207.* 2008.

GARTNER, Predicts 2008: worldwide servers marketshare. Stamford, 2008.

GOMES, Marcelo M.; FRACALOSSI, Weverson F. *Máquinas Virtuais.* Linhares, 2007.

HENESSY, J. L.; PATTERSON, D. A. *Computer Architecture: A Quantitative Approach — 3rd edition.* Morgan Kaufmann Publishers Inc., São Francisco, CA, Estados Unidos, 2003.

LAUREANO, M. *Máquinas virtuais e emuladores: conceitos, técnicas e aplicações.* São Paulo: Novatec, 2006.

LOTTI, Luciane Politi; PRADO, Alysson Bolognesi. *Sistemas virtualizados – Uma Visão Geral.* Campinas. 2010.

MARSHALL, David; REYNOLDS, Wade A.; MCCRORY, Dave. *Advanced Server Virtualization: VMWare and Microsoft platforms in the virtual data center.* CRC Press. 2006.

MATTHEWS, Jeanna N.; DOW, Eli M.; DESHANE, Todd; HU, Wenjin; BONGIO, Jeremy; WILBUR, Patrick F.; JOHNSON, Brendan. *Running Xen: A Hands-On Guide to the Art of Virtualization,* Prentice Hall. 2008.

MATTOS, Diogo Menezes Ferrazani. *Virtualização: VMWare e Xen.* 2009.

MAZIERO, Dr. Carlos Alberto. *Sistemas Operacionais: Conceitos e Mecanismos.* Online: <<http://wiki.inf.ufpr.br/maziero/lib/exe/fetch.php?media=so:so-livro.pdf>>. 2013.

MICROSOFT (Org.). *Uma história do Windows.* Acesso em 08/03/2015. Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/pt-br/windows/history#T1=era0>>.

MODA, Cássio; CREMONIN, Fabiano Loverbeck; CREMONIN, Rodrigo Marassi. *Virtualização e alta disponibilidade em ambiente corporativo.* 2008.



MOREIRA, Daniela. *Virtualização: rode vários sistemas operacionais na mesma máquina.* Acesso em 13/06/2015. Disponível em: <<http://idgnow.com.br/ti-corporativa/2006/08/01/idgnoticia.2006-07-31.7918579158/#&panel1-3>>.

MORIMOTO, Carlos E. Benchmark. Acesso em 08/02/2015. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/benchmark>>.

NETWORK WORLD. *Os oito primeiros desafios da virtualização de data centers.* Acesso em 15/02/2015. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologia/2007/04/27/idgnoticia.2007-04-23.8731140039>>.

POLLON, V.; *Virtualização de servidores em ambientes heterogêneos e distribuídos - estudo de caso*, UFRGS, RS, 2008.

QUEVEDO, Deoclides. *Virtualização: Conceitos, técnicas aplicadas e um comparativo de desempenho entre as principais ferramentas sem custo de licenciamento.* Joinville: SOCIESC, v. 2, 2008.

SAADE, Afonso. *Transforme a crise em oportunidade de otimizar soluções, processos e infraestrutura.* Acesso em 28/08/2015, disponível em: <<http://cio.com.br/gestao/2015/08/27/transforme-a-crise-em-oportunidade-de-otimizar-solucoes-processos-e-infraestrutura/>>.

SEO, C. A. *Virtualização – Problemas e desafios.* Hortolândia, 2009.

SILBERCHATZ, A.; GALVIN, P; *Sistemas Operacionais.* (1a edição). Campus, Rio de Janeiro, 2001.

SPEC, Standard Performance Evaluation Corporation. Acesso em 02/09/2015, disponível em: <<https://www.spec.org/cpu2006/>>.

SYSBENCH. *sysBench is a modular, cross-platform and multi-threaded benchmark tool for evaluating OS parameters that are important for a system running a database under intensive load.* Acesso em 01/09/2015, disponível em: <<https://github.com/akopytov/sysbench>>.

TANEBAUM, A. S. *Modern Operation Systems, Second edition,* Prentice Hall of India, Nova Déli, 2001.



TANENBAUM, A. S.; WOODHULL. “*Operating system*”, Ed. 8, Prentice Hall of India, Nova Déli, 2000.

VERAS, Manoel. **VIRTUALIZAÇÃO: Componente Central do DATACENTER**, Brasport, 2011.

VMWARE (Inc.). *VMWare workstation 11.0 release notes*. Acesso em 07/02/2015.
Disponível em: <<https://www.vmware.com/support/ws/doc/workstation-11-release-notes.html>>