

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO DE UM SERVIDOR DE
ARMAZENAMENTO UTILIZANDO UMA FERRAMENTA DE USO GRATUITO**

**COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF A STORAGE SERVER USING
AN OPEN SOURCE TOOL**

Dhiovani de Andrade Caetano¹

Jose Rafael Pilan²

RESUMO

Diversas organizações atuantes no Brasil e no exterior deparam-se com a necessidade de gerenciar informações, pois, em aplicações que geram uma grande quantidade de dados, é primordial o uso de um sistema de armazenamento de arquivos (chamado de *storage*) de modo que a informação seja armazenada de forma permanente para, posteriormente, sua recuperação ou consulta. O sistema operacional *FreeNAS* é uma opção para organizações que não desejam aplicar um grande investimento para este tipo de servidor. O *FreeNAS* foi submetido a testes de desempenho em três diferentes formas de execução: virtualizado, físico e sendo executado de um *pen drive*, com o intuito de verificar qual a melhor maneira de utilização, tendo em vista um cenário do qual se requisitam serviços simples de gerenciamento e compartilhamento de arquivos. A partir dos resultados obtidos, é possível notar a eficiência do sistema nas três formas abordadas, mas ainda obtendo um melhor desempenho quando executado em *hardware* físico, concluindo a ideia de que o *FreeNAS* é uma opção viável para organizações que buscam agilidade nos processos e baixo custo, ressaltando que o sistema não requer *hardware* sofisticado para sua perfeita execução.

Palavras-chave: Baixo custo. Compartilhamento. Desempenho. *FreeNAS*.

ABSTRACT

Several organizations in Brazil and abroad are faced with the need to manage information, because in applications that generate a large amount of data, it is essential to use a file storage system so that the information is permanently stored for later retrieval or consultation. FreeNAS operating system is an option for organizations that do not wish to apply a large investment for this type of server. FreeNAS underwent performance testings in three different execution modes: virtualized, physical and running from a thumb drive, in order to verify the best way of using it, considering a scenario from which simple services are requested as management and file sharing. Results showed that it is possible to notice the efficiency of the system in the three approached ways, but still obtaining a better performance when executed in physical hardware, concluding the idea that FreeNAS is a viable option for organizations that seek agility in the processes and low cost, emphasizing that the system does not require sophisticated hardware for its perfect execution.

Key words: Low cost. Sharing. Performance. FreeNAS.

¹ Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Fatec Botucatu. Rua Antônio Deleu, 240 – Vila Santa Luzia, 18606-190, Botucatu – São Paulo, dhioo@outlook.com

² Professor Mestre – Fatec Botucatu, jpilan@fatecbt.edu

1. INTRODUÇÃO

O aumento contínuo da complexidade de tarefas a serem solucionadas, seja qual for a área em questão, junto ao alto custo de recursos especializados tornaram evidente a necessidade de uma tecnologia capaz de oferecer acesso a recursos distribuídos em larga escala (FOSTER et al., 2001). Atualmente, diversas organizações atuantes no Brasil e no exterior (podendo ser de pequeno, médio ou grande porte), deparam-se com a necessidade de gerenciar dados, pois existem uma grande quantidade de aplicações que necessitam de recursos específicos para que detenham o funcionamento esperado.

Sendo a informação um bem que agrega valor à organização, faz-se necessário o uso de recursos de Tecnologia da Informação (TI) de forma apropriada para a administração dos dados e que permita a busca por soluções que desencadeiam resultados satisfatórios com o menor custo possível (ALECRIM, 2008). Dessa forma, ferramentas alternativas vêm ocupando cada vez mais espaço no mercado, principalmente quando se trata de gerenciamento de arquivos.

A busca por soluções para o armazenamento eficiente de dados em máquinas paralelas é um problema que existe praticamente desde o surgimento da computação. Em aplicações que manipulam um grande volume de dados, é comum a necessidade de maior processamento, do qual torna-se primordial o uso de um sistema de armazenamento de arquivos (chamado de *storage*) de modo que a informação seja armazenada de forma permanente para posteriormente sua recuperação ou consulta (AVILA, 2005). Diante disso, é possível notar que o desempenho do sistema de arquivos é um ponto crítico para o funcionamento adequado de uma aplicação como um todo, refletindo também no bom andamento e agilidade dos processos da organização.

Um sistema operacional é um programa que atua como intermediário entre o usuário e o *hardware* de um computador (SILBERSCHATZ, 2000). O propósito de um sistema operacional é fornecer um ambiente no qual o usuário possa executar *softwares* (sequência de instruções escritas em formas de algoritmo a serem interpretadas por um computador com o objetivo de executar tarefas específicas) de maneira a se inteirar com uma *interface* mais “amigável” (TANENBAUM, 2009). Logo, seu principal objetivo é tornar o uso do sistema de computação conveniente, mais adequado ao usuário e então como objetivo secundário, usar o *hardware* do computador de forma mais eficiente (OLIVEIRA, 2010).

Para fins de armazenamento e gerenciamento de dados em rede (interconexão por meio de um sistema de comunicação baseado em transmissões e protocolos de vários computadores com o objetivo de trocar informações e partilhar recursos físicos e lógicos), existem diversas ferramentas *open source* (de uso gratuito) que podem suprir as necessidades de organizações

que não pretendem realizar grandes investimentos em ferramentas de gerenciamento para este serviço (CARVALHO et al., 2016). O sistema operacional “FreeNAS” é um recurso que pode ser implantado neste caso, sendo uma ferramenta totalmente gratuita, o sistema apresenta grande praticidade, podendo ser utilizado não somente sob *hardware* diretamente, mas também através de ambientes virtualizados e dispositivos de mídia removível *Universal Serial Bus (USB)*.

Segundo Maziero (2017), um sistema operacional para servidor que fornece serviços a uma rede de computadores chamada de cliente, deve permitir a gestão eficiente de grandes quantidades de recursos (disco, memória, processadores), impondo prioridades e limites sobre o uso dos recursos pelos usuários e seus aplicativos. Normalmente um “sistema operacional servidor” – como é chamado, também tem suporte à rede e multiusuários. Seguindo esses conceitos, um servidor que possui como função principal armazenamento e gerenciamento de arquivos, sendo feito isso em rede, é denominado popularmente como “servidor *storage*” que também pode ser nomeado como Sistema de Arquivos Distribuídos (SAD), cuja função é possibilitar o compartilhamento de diretórios de forma transparente através da rede, permitindo a execução de aplicações e sistemas operacionais sem a necessidade de unidade de armazenamento local.

Rezende (2008) afirma que a maior vantagem deste modelo é permitir que os dados sejam requisitados somente quando necessários, podendo ser compartilhados por diversos computadores simultaneamente. Além disso, pode ser obtida redução de custos uma vez que os computadores que acessam as informações pela rede não necessitam de disco rígido e leitores de mídia.

O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa de desempenho de um servidor com serviço de *storage*, utilizando o sistema operacional *FreeNAS*. Tendo em vista que a desenvolvedora do sistema enfatiza e recomenda o uso do *FreeNAS* através de um *pen drive*, a análise teve como intuito verificar se existem diferenças de desempenho nas três maneiras em que o sistema pode ser executado. Foram então realizados testes de comparação, utilizando-se um servidor em execução diretamente de uma máquina física, outro servidor sendo executado em uma plataforma para virtualização gratuita e, por fim, um servidor em execução através de um dispositivo de mídia removível *USB (pen drive)*. A análise teve como abordagem principal retratar a eficiência quanto ao armazenamento e compartilhamento em rede e, ainda, verificar o desempenho na transferência e gerenciamento de arquivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Definição da Ferramenta Utilizada

O sistema operacional *FreeNAS*, - em que a palavra “*Free*”, traduzida do inglês, quer dizer “gratuito” e “*NAS*” *Network Attached Storage* significa “Armazenamento Atrelado à Rede” ou comumente chamado de servidor *storage*, é um servidor desenvolvido pela *iXsystems*, uma empresa privada de tecnologia de computadores americana com sede em *San Jose, Califórnia*, que desenvolve, vende e oferece suporte para produtos e serviços de computação e armazenamento, como o *FreeNAS*, dedicado exclusivamente ao armazenamento, compartilhamento e gerenciamento de arquivos em uma rede de computadores (IXSYSTEMS, 2017). O objetivo do sistema operacional *FreeNAS*, de modo sucinto, é simplificar tarefas administrativas complexas para uma base de usuários tão ampla quanto possível. A Figura 1 a seguir mostra sua *interface* original, ou seja, o sistema em sua forma onde é aceita somente a entrada de comandos.

Figura 1 – *Interface* do sistema operacional *FreeNAS* em sua plataforma de entrada de comandos

```
FreeBSD/amd64 (freenas11.local) (ttyv0)

Console setup
-----

1) Configure Network Interfaces
2) Configure Link Aggregation
3) Configure VLAN Interface
4) Configure Default Route
5) Configure Static Routes
6) Configure DNS
7) Reset Root Password
8) Reset to Factory Defaults
9) Shell
10) System Update (requires networking)
11) Reboot
12) Shut Down

The web user interface is at:
http://151.172.0.193

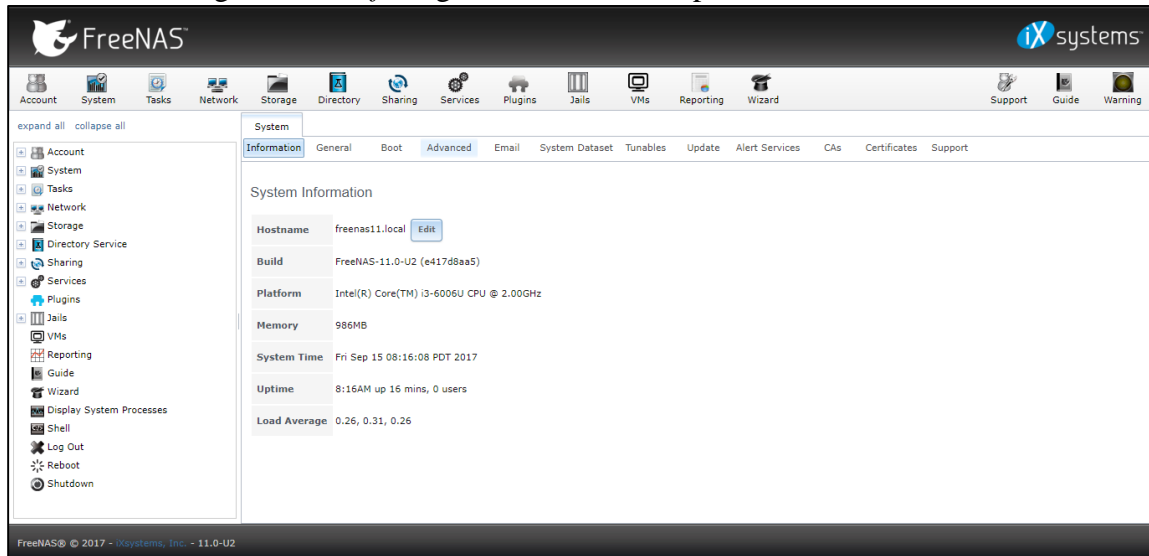
Enter an option from 1-12: █
```

Fonte: Sistema Operacional *FreeNAS*, 2017.

No *FreeNAS*, a comunicação entre o servidor e o cliente é realizada através do endereço *Internet Protocol (IP)*, como mostrado na Figura 1, o que possibilita uma fácil interação com o usuário em um ambiente gráfico acessado via *browser* (navegador de *internet*). Dentro desta *interface*, são possíveis a criação de volumes e a configuração de

permissões em compartilhamentos individuais, configuração de serviços ou execução de atualizações de *software*, dentre outras atividades que podem ser efetuadas neste ambiente. A Figura 2 mostra a *interface* do *FreeNAS* ao ser acessado no ambiente gráfico, utilizando como máquina cliente o sistema operacional *Linux Ubuntu*, após o usuário ter efetuado *login* no sistema.

Figura 2: *Interface* gráfica do sistema operacional *FreeNAS*



Fonte: Sistema Operacional *FreeNAS* (acessado pelo *browser* do *Linux Ubuntu*), 2017.

2.2 Informações Técnicas da Ferramenta

O *FreeNAS* é baseado em *Berkeley Software Distribution (BSD)* com suporte a: *Common Internet File System (CIFS)*, *File Transfer Protocol (FTP)* ou Protocolo de Transferência de Arquivos, *Networking File System (NFS)* - sistema de arquivos padrão para *Windows* e seus derivados, *RSYNC* (um utilitário amplamente usado para manter cópias de um arquivo em dois sistemas de computadores ao mesmo tempo e é normalmente encontrado em sistemas do tipo *Unix* e em funções como um programa de sincronização de arquivos e transferência de arquivos), protocolos como: *Apple Filing Protocol (AFP)*, *Internet Small Computer System Interface (iSCSI)*, *smart* (conecta todos os tipos de dispositivos eletrônicos entre si através da internet), autenticação local de usuários: *Redundant Array of Independent Disks (RAID)* ou Conjunto Redundante de Discos Independentes (0,1,5) via *software* e com uma configuração baseada em *internet*. Usa menos que 64MB de espaço para a instalação em um *CompactFlash* (um padrão de cartões de memória criada pela empresa de tecnologia *SanDisk* em 1994), disco rígido ou *pen drive USB*. O sistema operacional é atualmente distribuído em forma de imagem *ISO* e código fonte aberto (IXSYSTEMS, 2017).

2.3 Descrição de *Hardware* Utilizado

Como especificado, o sistema operacional *FreeNAS* foi submetido a testes sendo executado diretamente através de uma máquina física, sendo executado também através de um ambiente virtualizado e, por fim, sendo executado através de um dispositivo de mídia removível. A máquina usada como “cliente” (máquina que recebe serviços do servidor) para todos os testes nas três formas abordadas, sendo ela física, dispõe-se das seguintes configurações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Configuração da máquina cliente

Sistema Operacional:	<i>Linux Ubuntu</i>
Processador:	<i>Intel Celeron</i> (1 núcleo de processamento)
Memória <i>RAM</i> :	4096MB (4GB)
Armazenamento em Disco Rígido (<i>HD</i>):	500GB – Tecnologia <i>SATA</i>

Fonte: O autor, 2017.

Para a realização da análise comparativa abordando o uso do *FreeNAS* sendo executado de uma máquina física, a mesma se apresenta com as seguintes configurações mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Configuração do *FreeNAS* na máquina física

Sistema Operacional:	<i>FreeNAS 11</i>
Processador:	<i>Intel Celeron</i> (1 núcleo de processamento)
Memória <i>RAM</i> :	1024MB (1GB)
Armazenamento em Disco Rígido (<i>HD</i>):	250GB – Tecnologia <i>SATA</i>

Fonte: O autor, 2017.

A Tabela 3, a seguir, mostra a configuração do *FreeNAS* na plataforma para virtualização de uso gratuito *Oracle VM VirtualBox*.

Tabela 3 – Configuração do *FreeNAS* em ambiente virtualizado

Sistema Operacional:	<i>FreeNAS 11</i>
Processador:	1 núcleo de processamento
Memória <i>RAM</i> :	1024MB (1GB)
Armazenamento em Disco (<i>HD</i>):	3GB

Fonte: O autor, 2017.

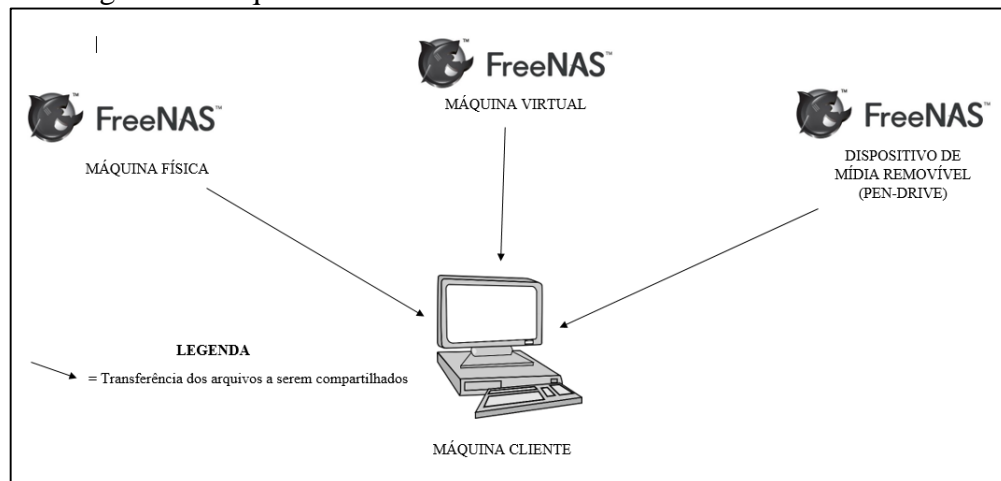
Para a execução do *FreeNAS* em um dispositivo de mídia removível, foi utilizado um *pen drive* com 4GB de armazenamento da marca *Kingston*.

É importante ressaltar que, para uma análise de comparação mais precisa, foram utilizadas as configurações de *hardware* mais próximas possíveis nas três formas abordadas.

2.4 Metodologia Empregada

Tendo em vista que o serviço a ser comparado é o serviço de compartilhamento de arquivos do servidor *storage*, levou-se em consideração a quantidade de arquivos a ser compartilhada ou transferida (volume de dados) e a velocidade de transferência desses arquivos nas três formas abordadas para a análise. Os testes foram efetuados compartilhando arquivos da máquina cliente para o servidor *FreeNAS* contendo 1GB de armazenamento, computando o tempo de “espera” da transferência nas três formas abordadas, ou seja, servidor físico, servidor virtual e servidor sendo executado de um *pen drive*. O comando utilizado para abstrair essas informações foi o comando “*time*” como prefixo antes do comando de cópia de diretórios “*scp*” no terminal do *Linux Ubuntu*. A Figura 3 abaixo representa um esquema ilustrativo da realização dos testes.

Figura 3 – Esquema ilustrativo dos testes realizados com o *FreeNAS*



Fonte: O autor, 2017.

A elaboração da análise comparativa tem por finalidade englobar também o quanto de processamento e de memória principal (*RAM*) foi utilizado em cada uma das três formas abordadas e qual tecnologia se apresenta mais viável em termos de rapidez, eficiência e custo, tendo em vista um cenário do qual se requiere serviços simples de gerenciamento e

compartilhamento de arquivos. Para abstrair informações de processamento e memória principal foi utilizado o comando “top” no terminal do *Linux Ubuntu*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise comparativa efetuada, foi possível obter resultados quanto ao tempo de transferência dos arquivos compartilhados na rede e também o quanto de processamento e memória RAM (em porcentagem) foram utilizados durante a transferência dos arquivos.

A Figura 4, a seguir, mostra os parâmetros de processamento e memória principal da máquina cliente antes dos testes serem realizados, somente com o servidor *FreeNAS* sendo executado no *browser* de *internet*.

Figura 4 – Parâmetros de processamento e memória principal da máquina cliente antes dos testes serem realizados

PID	USUÁRIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
893	root	20	0	417912	83012	55648	S	2,0	2,4	0:33.67	Xorg
1943	cliente	20	0	2038256	261880	98372	S	1,0	7,5	4:43.08	firefox
2515	cliente	20	0	670736	36580	29064	S	0,7	1,1	0:03.80	gnome-terminal-
2621	cliente	20	0	48960	3944	3332	R	0,7	0,1	0:01.00	top
778	root	20	0	157304	25548	13836	S	0,3	0,7	0:00.63	snappd
1	root	20	0	119744	5912	3996	S	0,0	0,2	0:02.36	systemd
2	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kthreadd
4	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/0:0H
6	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.12	ksoftirqd/0
7	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:01.06	rcu_sched

Fonte: O autor, 2017.

Nesta imagem, é possível observar que a *Central Processing Unit (CPU)* ou Unidade Central de Processamento está 1,0% sendo utilizada e a memória principal do sistema está 7,5% em uso, sendo esses parâmetros referentes ao navegador em execução.

O primeiro teste realizado foi utilizando o *FreeNAS* em ambiente virtualizado (hospedado em uma máquina física *Windows 10*). Foi transferido um diretório chamado “teste” contendo 1GB de armazenamento da máquina cliente para o servidor *FreeNAS*. O teste foi realizado três vezes para que se possam obter resultados com maior abrangência e precisão. A Figura 5 ilustra o tempo da taxa de transferência deste diretório no primeiro teste e a porcentagem de processamento e de memória principal durante a transferência dos arquivos.

Figura 5 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 1º teste *FreeNAS* virtual

PID	USUÁRIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
1277	cliente	20	0	366116	9156	7460	S	6,2	0,3	0:04.14	ibus-daemon	6m43.690s
2894	root	20	0	0	0	0	S	6,2	0,0	0:00.65	kworker/1:2	0m20.700s
2897	cliente	20	0	13008	1916	1780	S	6,2	0,1	0:00.22	scp	0m12.112s
2898	cliente	20	0	44920	5040	4380	S	6,2	0,1	0:01.06	ssh	

Fonte: O autor, 2017.

É possível observar então um tempo real de 6 minutos e 43 segundos de transferência aproximadamente. O uso da *CPU* está em 6,2% e a memória principal está 0,1% em utilização. A Figura 6 mostra as mesmas informações no segundo teste.

Figura 6 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 2º teste *FreeNAS* virtual

PID	USUARIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
3050	cliente	20	0	48960	3888	3252	R	11,8	0,1	0:00.03	top	7m35.884s
2970	root	20	0	0	0	0	S	5,9	0,0	0:01.14	kworker/u4:2	0m20.180s
3044	cliente	20	0	13008	1980	1848	S	5,9	0,1	0:00.23	scp	0m14.208s
3045	cliente	20	0	44920	5312	4652	S	5,9	0,2	0:01.68	ssh	

Fonte: O autor, 2017.

O tempo de transferência foi de 7 minutos e 35 segundos aproximadamente. A *CPU* foi 5,9% utilizada e a memória principal estava 0,1% em uso. A Figura 7 exhibe as informações agora no terceiro teste.

Figura 7 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 3º teste *FreeNAS* virtual

PID	USUÁRIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
3345	cliente	20	0	44920	5220	4560	R	6,0	0,2	0:00.76	ssh	10m32.568s
3333	root	20	0	0	0	0	S	2,6	0,0	0:00.40	kworker/1:0	0m20.300s
1519	cliente	20	0	1509180	137392	65592	S	1,0	3,9	1:15.60	compiz	0m15.156s
16	root	20	0	0	0	0	S	0,7	0,0	0:16.86	ksoftirqd/1	
874	root	20	0	373724	93084	64244	S	0,3	2,7	1:03.28	Xorg	
1272	cliente	20	0	39920	320	12	S	0,3	0,0	0:00.63	upstart-dbus-br	
2687	cliente	20	0	675836	43552	29612	S	0,3	1,3	0:22.39	gnome-terminal-	
3344	cliente	20	0	13008	1876	1744	S	0,3	0,1	0:00.04	scp	
3350	cliente	20	0	48960	3988	3356	R	0,3	0,1	0:00.02	top	

Fonte: O autor, 2017.

A transferência levou em torno de 10 minutos e 32 segundos para terminar. A utilização da *CPU* foi de 0,3% e de memória principal 0,1%.

Calculando uma média simples do tempo de transferência nos três testes realizados, através da fórmula $(t_1+t_2+t_3)/3 = (6,43+7,35+10,32)/3 = 24,41/3 = 8,03$. Obteve-se o resultado de aproximadamente 8 minutos e 0,3 segundos, onde “t1” representa o tempo no teste 1, “t2”, o tempo no teste 2 e “t3” o tempo no teste 3. Calculando uma média simples do uso da *CPU* através da fórmula $(p_1+p_2+p_3)/3 = (6,2+5,9+0,3)/3 = 12,4/3 = 4,1$. Obteve-se o resultado de aproximadamente 4,1% de processamento, onde “p1” representa o processamento no teste 1, “p2”, o processamento no teste 2 e “p3” o processamento no teste 3. Calculando também uma média simples do uso de memória principal através da fórmula $(m_1+m_2+m_3)/3 = (0,1+0,1+0,1)/3 = 0,3/3 = 0,1$. Obteve-se o resultado de aproximadamente 0,1% do uso de memória principal,

onde “m1” representa a memória utilizada no teste 1, “m2”, a memória utilizada no teste 2 e “m3”, a memória utilizada no teste 3.

Em seguida, foi realizado o teste com o *FreeNAS* sendo executado de *hardware* físico, o mesmo diretório contendo 1GB de armazenamento foi transferido da máquina cliente para o servidor *FreeNAS* sendo esta ação repetida três vezes. A Figura 8 ilustra o tempo da transferência dos arquivos e os parâmetros de processamento durante a transferência do diretório.

Figura 8 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 1º teste *FreeNAS* máquina física

PID	USUÁRIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	
3857	cliente	20	0	44920	5256	4600	S	9,6	0,2	0:01.53	ssh	Estudo_Caso_3.pdf
3800	root	20	0	0	0	0	S	3,6	0,0	0:00.83	kworker/1:1	Estudo_Caso_1.pdf
16	root	20	0	0	0	0	R	1,3	0,0	0:16.01	ksoftirqd/1	Estudo_Caso_6.pdf
1647	cliente	20	0	1494604	143244	66228	S	1,0	4,1	1:38.35	compiz	real 6m59.766s
3810	cliente	20	0	671404	37380	29060	S	0,7	1,1	0:01.33	gnome-terminal-	user 0m2v.052s
3856	cliente	20	0	13008	1912	1780	S	0,7	0,1	0:00.10	scp	sys 0m14.508s
3861	cliente	20	0	48960	3820	3200	R	0,7	0,1	0:00.05	top	cliente@cliente-C14CR21:~\$

Fonte: O autor, 2017.

É possível observar então um tempo real de 6 minutos e 59 segundos de transferência aproximadamente. O uso da *CPU* está em 0,7% e a memória principal está 0,1% em utilização. A Figura 9 mostra as mesmas informações no segundo teste.

Figura 9 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 2º teste *FreeNAS* máquina física

PID	USUARIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	
3975	cliente	20	0	44920	5028	4368	S	10,6	0,1	0:02.79	ssh	Estudo_Caso_1.pdf
3973	root	20	0	0	0	0	S	3,3	0,0	0:01.07	kworker/1:2	Estudo_Caso_6.pdf
1647	cliente	20	0	1494688	143456	66188	S	1,0	4,1	1:46.98	compiz	real 6m55.854s
16	root	20	0	0	0	0	S	0,7	0,0	0:19.93	ksoftirqd/1	user 0m20.052s
1972	cliente	20	0	2041632	262428	100824	S	0,7	7,5	2:12.85	firefox	sys 0m15.080s
3974	cliente	20	0	13008	1904	1772	S	0,7	0,1	0:00.18	scp	cliente@cliente-C14CR21:~\$
906	root	20	0	436536	96588	65196	S	0,3	2,8	1:38.46	Xorg	

Fonte: O autor, 2017.

O tempo de transferência foi de 6 minutos e 55 segundos aproximadamente. A *CPU* foi 0,7% utilizada e a memória principal estava 0,1% em uso. A Figura 10 exhibe as informações agora no terceiro teste.

Figura 10 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 3º teste *FreeNAS* máquina física

PID	USUÁRIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	
4004	root	20	0	0	0	0	S	10,0	0,0	0:01.42	kworker/u4:2	Prigem GC.docx
4050	cliente	20	0	44920	5512	4852	S	7,0	0,2	0:01.41	ssh	COBIT - cola.docx
3922	root	20	0	0	0	0	S	2,7	0,0	0:02.54	kworker/u4:0	Estudo_Caso_3.pdf
3973	root	20	0	0	0	0	S	2,7	0,0	0:14.01	kworker/1:2	Estudo_Caso_2.pdf
16	root	20	0	0	0	0	S	0,7	0,0	0:23.31	ksoftirqd/1	Estudo_Caso_4.pdf
906	root	20	0	436728	96856	65272	S	0,7	2,8	1:42.39	Xorg	Estudo_Caso_5.pdf
1647	cliente	20	0	1495436	143980	66264	S	0,7	4,1	1:53.53	compiz	Estudo_Caso_1.pdf
792	root	20	0	389800	19832	14992	S	0,3	0,6	0:02.86	NetworkManager	Estudo_Caso_6.pdf
1972	cliente	20	0	2041632	265492	100824	S	0,3	7,6	2:14.36	firefox	real 7m5.314s
3810	cliente	20	0	672392	38384	29060	S	0,3	1,1	0:09.22	gnome-terminal	user 0m20.592s
4049	cliente	20	0	13008	1904	1768	S	0,3	0,1	0:00.09	scp	sys 0m14.800s
1	root	20	0	185340	5964	3976	S	0,0	0,2	0:02.38	systemd	cliente@cliente-C14CR21:~\$

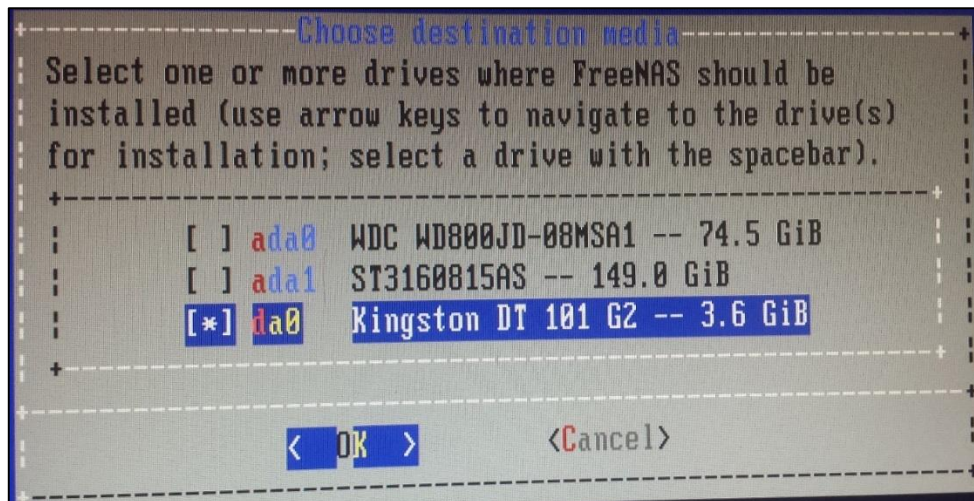
Fonte: O autor, 2017.

A transferência levou em torno de 7 minutos e 50 segundos para terminar. A utilização da *CPU* foi de 0,3% e de memória principal 0,1%.

Calculando uma média simples do tempo de transferência nos três testes realizados, através da fórmula $(t_1+t_2+t_3) / 3 = (6,59+6,55+7,50) / 3 = 20,64/3 = 6,88$. Obteve-se o resultado de aproximadamente 7 minutos, onde “t1” representa o tempo no teste 1, “t2”, o tempo no teste 2 e “t3” o tempo no teste 3. Calculando uma média simples do uso da *CPU* através da fórmula $(p_1+p_2+p_3) / 3 = (0,7+0,7+0,3) / 3 = 1,7/3 = 0,5$. Obteve-se o resultado de 0,5% de processamento, onde “p1” representa o processamento no teste 1, “p2”, o processamento no teste 2 e “p3” o processamento no teste 3. Calculando também uma média simples do uso de memória principal através da fórmula $(m_1+m_2+m_3) / 3 = (0,1+0,1+0,1) / 3 = 0,3/3 = 0,1$. Obteve-se o resultado de aproximadamente 0,1% do uso de memória principal, onde “m1” representa memória utilizada no teste 1, “m2”, a memória utilizada no teste 2 e “m3” a memória utilizada no teste 3.

Por fim, o teste foi efetuado com o *FreeNAS* sendo executado diretamente de um *pen-drive*, para que isso seja possível, basta escolher o dispositivo *USB* no momento da instalação em que se pede o disco onde o sistema deverá ser instalado. A Figura 11 mostra como é realizado este processo.

Figura 11 – Escolha do dispositivo *USB* para instalação do *FreeNAS*



Fonte: O autor, 2017.

É possível observar então que o dispositivo de mídia removível *Kingston* contendo 3.6GB de espaço livre reconhecido foi escolhido para instalação do sistema.

O mesmo diretório contendo 1GB de armazenamento foi transferido da máquina cliente para o servidor *FreeNAS* sendo a ação repetida novamente três vezes. A Figura 12 a seguir mostra o tempo de transferência dos arquivos e os parâmetros de processamento durante a transferência.

Figura 12 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 1º teste *FreeNAS* dispositivo de mídia removível *USB*

PID	USUARIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
2084	root	20	0	0	0	0	S	10,0	0,0	0:04.13	kworker/1:0	6m19.167s
16	root	20	0	0	0	0	R	9,0	0,0	0:03.37	ksoftirqd/1	0m12.240s
2235	cliente	20	0	13008	1860	1724	S	8,6	0,1	0:02.11	scp	0m42.624s
2236	cliente	20	0	44920	5308	4648	S	7,3	0,2	0:03.05	ssh	cliente@cliente-C14CR21:~\$

Fonte: O autor, 2017.

É possível observar então um tempo real de 6 minutos e 19 segundos de transferência aproximadamente. O uso da *CPU* está em 8,6% e a memória principal está 0,1% em utilização. A Figura 13 mostra as mesmas informações no segundo teste.

Figura 13 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 2º teste *FreeNAS* dispositivo de mídia removível *USB*

PID	USUARIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
2084	root	20	0	0	0	0	S	10,0	0,0	0:04.13	kworker/1:0	8m13.864s
16	root	20	0	0	0	0	R	9,0	0,0	0:03.37	ksoftirqd/1	0m20.452s
2235	cliente	20	0	13008	1860	1724	S	9,6	0,2	0:02.11	scp	0m16.332s
2236	cliente	20	0	44920	5308	4648	S	3,6	0,0	0:03.05	ssh	cliente@cliente-C14CR21:~\$

Fonte: O autor, 2017.

O tempo de transferência foi de 8 minutos e 13 segundos aproximadamente. A CPU foi 9,6% utilizada e a memória principal estava 0,2% em uso. A Figura 14 exibe as informações agora no terceiro teste.

Figura 14 – Tempo de transferência e parâmetros de processamento 3º teste *FreeNAS* dispositivo de mídia removível *USB*

PID	USUARIO	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND	real
2084	root	20	0	0	0	0	S	10,0	0,0	0:04.13	kworker/1:0	8m38.585s
16	root	20	0	0	0	0	R	9,0	0,0	0:03.37	ksoftirqd/1	0m10.524s
2235	cliente	20	0	13008	1860	1724	S	7,3	0,2	0:02.11	scp	0m15.540s
2236	cliente	20	0	44920	5308	4648	S	1,7	2,2	0:03.05	ssh	cliente@cliente-C14CR21:~\$

Fonte: O autor, 2017.

Calculando uma média simples do tempo de transferência nos três testes realizados, através da fórmula $(t_1+t_2+t_3)/3 = (6,19+8,13+8,38)/3 = 22,70/3 = 7,56$. Obteve-se o resultado de 7 minutos e 56 segundos, onde “t1” representa o tempo no teste 1, “t2”, o tempo no teste 2 e “t3” o tempo no teste 3. Calculando uma média simples do uso da CPU através da fórmula $(p_1+p_2+p_3)/3 = (8,6+9,6+7,3)/3 = 25,5/3 = 8,5$. Obteve-se o resultado de 8,5% de processamento, onde “p1” representa o processamento no teste 1, “p2”, o processamento no teste 2 e “p3” o processamento no teste 3. Calculando também uma média simples do uso de memória principal através da fórmula $(m_1+m_2+m_3)/3 = (0,1+0,2+0,2)/3 = 0,5/3 = 0,16$. Obteve-se o resultado arredondado de aproximadamente 0,2% do uso de memória principal, onde “m1” representa memória utilizada no teste 1, “m2”, a memória utilizada no teste 2 e “m3” a memória utilizada no teste 3.

A Tabela 4 a seguir mostra uma relação dos resultados obtidos nos testes com *FreeNAS* nas três formas abordadas, considerando apenas as médias calculadas para a análise.

Tabela 4 – Resultados obtidos a partir dos testes realizados com o *FreeNAS*

	<i>FreeNAS</i> Virtual	<i>FreeNAS</i> Físico	<i>FreeNAS</i> USB
Tempo de Transferência:	8,03 minutos	7 minutos	7,56 minutos
Utilização da CPU:	4,1%	0,5%	8,5%
Utilização de Memória Principal:	0,1%	0,1%	0,2%

Fonte: O autor, 2017.

A partir das informações obtidas, é possível notar que o sistema operacional *FreeNAS* apesar de apresentar bons resultados nas três diferentes formas abordadas, ainda mostra-se mais eficiente quando executado em *hardware* físico, tendo em vista que o tempo da taxa de transferência dos arquivos obteve uma média menor em relação às outras formas abordadas

para análise, o mesmo pode ser dito em relação ao processamento utilizado para transferência (uso da *CPU*) e a memória principal utilizada, parâmetros estes que também mostraram-se mais baixos que as demais formas abordadas.

Organizações que visam ter melhoria em seus orçamentos com tecnologia, seja com suporte, manutenção ou servidores físicos dedicados à um serviço específico, abrem espaço para suas próprias soluções de armazenamento doméstico (DIANA; GEROSA, 2010). O *FreeNAS* é uma tecnologia nova no mercado e já está sendo utilizado por diversas organizações multinacionais para otimização de processos relacionados à armazenamento em rede, tendo em vista a praticidade que o mesmo oferece (ALMEIDA, 2014). Quando executado através de um *pen drive* (como é recomendado pela desenvolvedora) ou virtualizado, apresenta um menor custo à organização.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e perante a análise realizada, é possível afirmar que o sistema operacional *FreeNAS* é uma solução viável para organizações que não desejam ter altos custos com um servidor para armazenamento e gerenciamento de arquivos em rede e ao mesmo tempo buscam maior agilidade e praticidade para tal serviço, considerando um cenário do qual requisita-se serviços simples de gerenciamento e compartilhamento de arquivos. Levando em conta a praticidade que o *FreeNAS* oferece, o mesmo exerce resultados satisfatórios em ambiente virtualizado e, também, sendo executado diretamente de um *pen drive*, formas estas que apresentam baixo custo, tendo em vista o aproveitamento de *hardware*. Mesmo sendo mais eficiente quando executado em uma máquina física, o *FreeNAS* não requer uma configuração de *hardware* sofisticada, pois tendo como base a análise desenvolvida, o *FreeNAS* exerceu com êxito sua função em *hardware* de baixo nível, o que também não oferece alto custo para organizações que desejam aderi-lo.

REFERÊNCIAS

ALECRIM, E. **O que é Tecnologia da Informação (TI)?** Infowester, 2008. Disponível em: <<http://www.infowester.com/col150804.php>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

ALMEIDA, M. **Relatório de Projeto–Virtualização de Servidores**. 2014. Disponível em:< http://bdigital.ipg.pt/dspace/bitstream/10314/2002/1/Miguel%20Almeida_1010314.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

AVILA, R. B. **Uma Proposta de distribuição do servidor de arquivos em clusters**. 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5679/000473827.pdf?...1>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

CARVALHO; et al. Modelagem e detecção de falhas em soluções para armazenamento seguro em nuvens usando redes de petri coloridas: um estudo de caso. In: **Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC)-14th Cloud Computing and Applications Workshop (WCGA)**. 2016. p. 17-30. Disponível em: <http://sbrc2016.ufba.br/downloads/WCGA/154447_1.pdf>. Acesso em: 1 set 2017.

DIANA, M.; GEROSA, M, A. **Nosql na web 2.0: Um estudo comparativo de bancos não-relacionais para armazenamento de dados na web 2.0**. In: **IX Workshop de Teses e Dissertações em Banco de Dados**. 2010. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wtdbd/2010/sbbd_wtd_12.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

FOSTER, I.; KESSELMAN, C.; TUECKE, S. (2001). **The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations**. *Lecture Notes in Computer Science*, v.2150.

IXSYSTEMS, FreeNAS. 2017. Disponível em: <<http://www.freenas.org/about/features/>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

MAZIERO, A. C. **Sistemas Operacionais: Conceitos e Mecanismos**. 2017. Disponível em: <<http://wiki.inf.ufpr.br/maziero/lib/exe/fetch.php?media=so:so-livro.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

OLIVEIRA, R. S; CARISSIMI, S. A.; TOSCANI, S. S. **Sistemas Operacionais**. 5 ed. Porto Alegre, RS. Bookman: UFRGS, 2010. p. 22-25.

REZENDE, Evandro da Silva. **Modelo estrutural para compartilhamento de arquivos peer-to-peer**. 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98698/rezende_es_me_sjrp.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 ago. 2017.

SILBERSCHATZ A. **Sistemas Operacionais: Conceitos e Aplicações**. 1 ed. Rio de Janeiro – RJ. Campus, 2000. p. 3-5.

TANENBAUM, S. A. **Sistemas Operacionais Modernos**. 3 ed. São Paulo – SP. Pearson Prentice Hall, 2009. p. 58 – 62.