



## Sobre o Sistema Operacional FreeNas Aplicado à Storage na Perspectiva de Nuvem Privada Intrínseca\*

About FreeNas Operating System Applied to Storage from Intrinsic Private Cloud Perspective

Felipe Zulian<sup>1</sup>

Danilo Asso<sup>2</sup>

Luiz Alexandre Bataiola<sup>3</sup>

Miguel Neves<sup>4</sup>

Kelton A. P. da Costa<sup>5</sup>

### Resumo

A utilização de serviços em nuvem é uma realidade amplamente adotada por grandes organizações e usuários de pequeno porte. Esses serviços fornecem facilidade, agilidade e escalabilidade. Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo demonstrar a viabilidade referente à criação e à utilização de uma nuvem privada a baixo custo, proporcionando qualidade e segurança, utilizando um hardware modesto. Em pesquisa realizada, o software *open source* melhor avaliado foi o Freenas, que em conjunto de plug-ins disponibiliza dentre tantos outros serviços, o armazenamento e compartilhamento local e em nuvem, sendo essa uma opção viável para pequenas e médias empresas, utilizando seus hardwares obsoletos para expansão ou criação de armazenamento e compartilhamento na rede local, e/ou nuvem privada. Apresentam-se as formas de gerenciamento e acompanhamento, mostrando a configuração de permissões, atividades dos usuários, disponibilidade e registro das atividades desenvolvidas em ambiente configurado, tornando possível a visualização por usuário individual ou grupo de usuários.

\* submetido em 27/08/2018 e aceito em 19/04/2019

<sup>1</sup>Graduado em Tecnologia em Redes de Computadores pela Faculdade de Tecnologia de Bauru, Brasil– felipezulian@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduado em Tecnologia em Redes de Computadores pela Faculdade de Tecnologia de Bauru, Brasil– danilo.asso@gmail.com

<sup>3</sup>Graduado em Tecnologia em Redes de Computadores pela Faculdade de Tecnologia de Bauru, Brasil– alexandre.bataiola@gmail.com

<sup>4</sup>Mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela PUC-SP, Licenciado em Sistemas e Tecnologia da Informação pela Fatec Ourinhos, Brasil– miguel.neves01@fatec.sp.gov.br

<sup>5</sup>Doutor em Engenharia Elétrica pela USP-São Carlos, Mestre em Ciências da Computação pela Univem- Marília, Graduado em Análise de Sistemas e Tecnologia da Informação pela USC – Bauru, Brasil– kelton.costa@gmail.com

**Palavras-chave:** Computação em nuvem, *Freenas*, *Open Source*, redes de computadores, disponibilidade.

### **Abstract**

The use of cloud services is a reality widely adopted by large organizations and small users. These services provide ease, agility and scalability. Therefore, this research aims to demonstrate the feasibility of creating and using a private cloud at low cost, providing quality and security, using modest hardware. In the research conducted the best evaluated open source software was Freenas, which in a set of plugins provides among other services, storage and local and cloud sharing, and this is a viable option for small and medium enterprises, using their obsolete hardware to expanding or creating storage and sharing on the local network, and or, private cloud. Demonstrating the forms of management and monitoring, demonstrating the configuration of permissions, user activities, availability and registration of activities developed in a configured environment, making it possible to view by individual user or group of users.

**Keywords:** Cloud computing, Freenas, Open Source, computer networks, Availability.

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme Mello (1998), o avanço da tecnologia da informação propicia uma mudança no paradigma da produção e divulgação do conhecimento. Devido às constantes inovações tecnológicas empregadas em diversos dispositivos como os *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e similares,, aumentou-se consideravelmente o número de dispositivos conectados à *Internet* que, para sua devida usabilidade, necessitam da criação de contas para acessar os serviços disponíveis na nuvem, como autenticação, armazenamentos, sincronização de dados, dentre outros.

Conforme a *International Data Corporation* (2016), devido a esse grande avanço tecnológico, o *hardware* torna-se obsoleto em um curto período de tempo, porém pode ser reutilizado de maneira adequada, caso seja levado em consideração as suas limitações e ao mesmo tempo utilizando-o com novo *software*. Dessa maneira, deve atender à grande demanda de armazenamento que as organizações necessitam, não expandindo apenas a capacidade de armazenamento, mas também atender outras necessidades como aumentar o nível de segurança, alta disponibilidade, confiabilidade, diversificação na forma de acesso às informações armazenadas, deixando de ser apenas na rede local, mas também de forma externa, fornecendo o serviço em uma nuvem privada. Uma vez que se encontre o equilíbrio, de *hardware* x *software*, consequentemente chega-se ao que toda organização busca ótima relação custo x benefício.

A pesquisa em questão tem como foco demonstrar a viabilidade do *open source software* Freenas em conjunto de *plug-ins* e um *hardware* obsoleto disponibilizando serviços, o armazenamento e compartilhamento local e em nuvem, com ótimo nível de qualidade e segurança, sendo capaz de suprir a demanda das empresas referente a armazenamento.

A relação custo x benefício proporcionada por tal resultado, tende a facilitar o reuso de parque tecnológico ou diminuir investimentos em equipamentos e serviços importantíssimos, na atualidade, que com essa aplicação tendem a intensificar em termos uso e capacidade esperada por serviços mais dispendiosos.

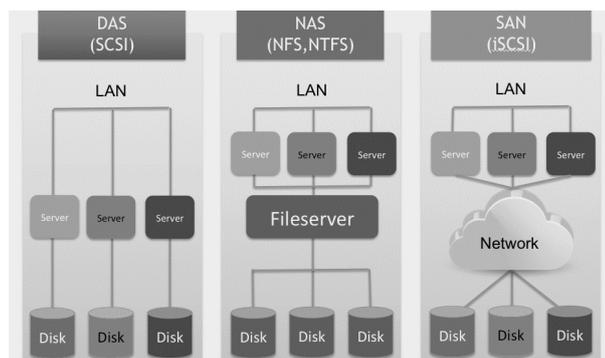
## 2 ARMAZENAMENTO

Dell (2017) afirma que a tecnologia evoluiu de uma forma avassaladora, para atender o aumento exponencial do volume de dados a serem armazenados. Também foram introduzidas tecnologias de armazenamento em rede permitindo o armazenamento e gerenciamento das informações de maneira eficaz, fazendo com que os dados sejam prontamente acessados por sistemas, clientes e servidores na rede. Logo, ao mencionar o termo armazenamento de dados, automaticamente pensa-se em disco de armazenamento, capacidade de armazenamento e desempenho. Em ambientes corporativos basicamente o pensamento é o mesmo, tratando de armazenamento em rede local destacam-se três tecnologias diferentes sobre o assunto, DAS, NAS e SAN.

## 2.1 DAS, SAN e NAS

Atualmente as tecnologias de armazenamento local mais utilizadas são: DAS, SAN e NAS. Conforme Microsoft... (2017), DAS significa *Direct Attached Storage*, em que dispositivos são diretamente conectados ao servidor através de conexão USB, e-SATA ou até mesmo *Ethernet*. De acordo Symantec (2017), SAN (*Storage Area Network*) ou rede de área de armazenamento trata-se de uma rede baseada em *Fibre Channel* que conecta servidores e dispositivos de armazenamento que são conectados a própria rede, sendo visíveis como todos os outros servidores na rede. Conforme Storage (2017), NAS (*Network Attached Storage*) trata-se de um dispositivo de compartilhamento de arquivos baseado em IP conectado a uma rede da área local, onde um dispositivo NAS usa seu próprio sistema operacional e os componentes de *hardware* e *software* integrados para atender uma variedade de necessidades do serviço de arquivo. Na Figura 1 vê-se conceitualmente estas estruturas, sendo que a estrutura NAS é baseada em arquivos e DAS e SAN são realizadas em bloco.

**Figura 1 – Comparação entre DAS, SAN e NAS**



Fonte: Filip Verloy.

Existem alternativas *open source* para implementações como o FreeNAS, o Openfiler e o NASLite, sendo muito comum tais tipos de equipamentos, e/ou *software* em empresas e *Data Centers*.

## 2.2 Armazenamento em Nuvem

Para Amazon (2017), o armazenamento em nuvem é uma maneira simples e escalável de armazenar, acessar e compartilhar dados na *Internet* sendo amplamente utilizado.

Os grandes provedores de armazenamento em nuvem possuem vários *data centers* espalhados pelo mundo, onde mantém tanto o *hardware* quanto o *software* conectado à rede. A utilização do armazenamento em nuvem, elimina ou diminui drasticamente os custos de aquisição e gerenciamento da infraestrutura local, aumentando agilidade, escalabilidade e alta disponibilidade.

## 2.3 Gerenciamento e compartilhamento de Arquivos

Segundo Microsoft (2017), o gerenciamento do Compartilhamento e Armazenamento fornece um local centralizado para administração dos recursos a serem compartilhados, como arquivos, diretórios, volumes etc.

Todos os principais sistemas operacionais possuem sistema de compartilhamento, com suas devidas particularidades, como o Windows Server, Linux e suas variadas distribuições. O administrador de rede gerencia criação de usuários, atribuição dos níveis de permissões, determinando o tipo de arquivos, e ou, volumes que os usuários, sistemas e administradores terão acesso.

## 3 METODOLOGIA

Kernighan e Pike (1984) descrevem que a utilização de um servidor Linux garante um bom nível de flexibilidade, pois pode-se adicionar um volume grande de opções e funções na mesma máquina e a BSDMagazine (2015) afirma que o FreeNAS é uma *storage* (NAS) com licença BSD e de código-aberto com suporte a vários protocolos como por exemplo: CIFS (Samba), FTP, RAID (0, 1 e 5). Utiliza em torno de 64 MB de espaço para a instalação em um disco rígido, *pendrive* USB ou *CompactFlash*, o mesmo é distribuído por meio de imagem ISO e código fonte, possui características como: suporte a VLAN, registro e notificações via e-mail, gerenciamento de grupos e usuários e envio de *syslog* remoto.

O sistema Freenas (FREENAS, 2017) possibilita a criação de um servidor de arquivos com suporte a vários discos, utilizando-se da tecnologia RAID e uma interface gráfica via *web* desempenhando uma função semelhante aos NAS comerciais presentes no mercado, sendo o mesmo uma distribuição baseada no FreeBSD que, por sua vez, é derivado do Unix. O projeto foi iniciado em 2005 por Olivier Cochard-Labbé que se baseou no *firewall* embutido *m0n0wall* e FreeBSD 6.0. Com o tempo a equipe de desenvolvimento do projeto FreeNAS decidiu que o código do mesmo deveria ser reescrito para adquirir características e funções mais avançadas, acrescentando a possibilidade de utilização de *plug-ins*, como por exemplo para ferramenta de *backup* Bacula, e para a replicação e sincronização de *cluster syncthing*.

Em destaque, *plugin* Owncloud, que possibilita armazenar e servir conteúdo de um local centralizado, ambos trabalhando juntos são capazes de fornecer configuração para vários pacotes de programas, por exemplo.

O FreeNAS é um sistema operacional que pode ser instalado em praticamente qualquer plataforma de *hardware* para compartilhar dados em uma rede, sendo a maneira mais simples de criar um local centralizado e facilmente acessível para seus dados. Há a possibilidade de utilizar o FreeNAS com ZFS (conforme subseção 3.1) para proteger, armazenar, e realizar *backups* (FREENAS, 2017).

### 3.1 ZFS

A empresa Oracle (2011) retrata que o *Zettabyte File System* (ZFS) é um sistema de arquivos de código aberto voltado para ambientes corporativos, possui seu próprio controlador de RAID assim como gerenciador de volumes proporcionando grande flexibilidade, e segurança de nível muito elevado, referente à integridade dos dados.

Benjamin e Bacon (2008) conceituam que RAID significa *Redundant Array of Independent Disks*, ou seja, Arranjo Redundante de Discos Independentes que é uma forma de criar arranjos entre discos para se obter maior capacidade de dados, reduzir o tempo de acesso dos dados e dar maior confiabilidade. No FreeNAS, há a possibilidade de utilizar esse recurso de RAID, mas ele utiliza outra denominação que é RAIDZ. Ele suporta o uso de RAID via *software*, o que permite criar vários *arrays* RAID usando as interfaces *Integrated Development Environment* (IDE) ou *Serial Advanced Technology Attachment* (SATA) da placa mãe, sem necessidade de grandes recursos de *hardware*.

Leventhal (2010) aborda que a missão do ZFS era simplificar o armazenamento e construir um nível de qualidade empresarial e comercial a partir da construção de programas mais inteligentes. Para esse fim, a empresa Sun Micro Systems inventou o RAID-Z, que é a inovação-chave em relação a outras técnicas de RAID de *software*, onde fecha o "buraco de gravação RAID-5" usando listras de largura variável e para utilização necessita-se de no mínimo três discos. RAID-Z, no entanto, não é RAID-5, pois o mesmo trata-se de uma solução via *software* que implementa um esquema de redundância integrada, sendo somente baseado no RAID-5, herdando as principais qualidades e funções como por exemplo, o recurso COW (*Copy-on-write*) que enquanto o disco funcionar, irá salvar um *backup* do arquivo; caso venha a falhar, ele volta a versão anterior do arquivo para consertar, e dar prosseguimento sem interrupções. RAID Z2 é baseado no RAID-6, onde pode-se obter paridade dupla para tolerar falhas de múltiplos discos e com desempenho muito semelhante. O RAID Z3 é baseado numa junção entre RAID Z e RAID Z2, mas com um terceiro ponto de paridade, permitindo que o sistema tolere três falhas de discos antes de perder todos os dados, ou seja, a chance de recuperação de dados é maior, onde o desempenho se assemelha muito ao RAID Z e RAID Z2.

### 3.2 Shadow Copy

*Shadow Copy*, ou VSS (*Volume Shadow Copy Service*) é um serviço para criação de *snapshots* de volume e permite a restauração de versões anteriores de arquivos. Quando se cria uma tarefa de *snapshot* em um volume ZFS configurado para um compartilhamento CIFS (Samba) em FreeNAS, automaticamente também é configurado o *Shadow Copy*. O suporte para *Shadow Copy* só funciona para os dados do ZFS, ou seja, o compartilhamento CIFS (Samba) deve ser configurado em um volume, ou em um conjunto de dados ZFS, e não em diretórios. Nesse caso, é necessário que o *snapshot* seja armazenado em um novo compartilhamento, de

preferência através de ferramenta de administração de *logs* do sistema como *logrotate* configurado (FREENAS, 2017).

O ZFS oferece criptografia AES-XTS que tem como função deixar seus arquivos e dados armazenados invioláveis, criptografia do disco por inteiro, podendo nestes casos retirar um disco do *hardware* sem a necessidade de apagar seus dados. O disco, ou volume, torna-se legível para o FreeNAS apenas mediante a introdução da senha, podendo ainda ser inserida mais uma camada de proteção, introdução de senha pelo usuário.

### 3.3 Jail

Os desenvolvedores do sistema FreeBSD (2017) relatam que uma das principais características do FreeNAS é a utilização de *Jail*. Esse é um conceito antigo, utilizado por todos os ambientes Unix e seus derivados. A utilização de *jail* é uma alternativa segura de publicar uma ou mais aplicações para o acesso externo, permitindo o isolamento do resto do sistema operacional. O conceito e utilização de *jail* passou por uma evolução, não isolando apenas a aplicação e, sim, o sistema operacional por completo, envolvendo pilhas TCP/IP individuais, alocação de memória e o acesso ao disco, tornando-se uma opção de virtualização de sistemas operacionais BSD.

## 4 COMPUTAÇÃO EM NUVEM E SUAS CARACTERÍSTICAS

Segundo NIST (2011), a computação em nuvem proporciona o acesso a uma rede sob demanda, no geral possui um *pool* de recursos computacionais configuráveis que podem ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação do provedor de serviços, sendo composto por cinco características essenciais:

- A. Autoatendimento sob demanda: os recursos são provisionados conforme a necessidade do cliente, levando em conta a capacidade computacional alocada;
- B. Amplo acesso à rede: os serviços são acessíveis através de variadas plataformas, utilizando-se de mecanismos padrões fazendo com que o cliente possa acessar o ambiente de variadas plataformas.
- C. *Pool* de recursos: os recursos computacionais da nuvem ficam reunidos ou distribuídos geograficamente, dinamicamente atribuídos ou retribuídos conforme a demanda do cliente com gerenciamento centralizado. Os tipos de recursos são: armazenamento, processamento, memória, banda de máquinas virtuais etc.
- D. Elasticidade Rápida: significa alocar mais ou menos recursos, com grande agilidade;

- E. Serviço mensuráveis: todos os recursos são controlados e monitorados de forma centralizada e automatizada, tornando tudo mais transparente tanto para o consumidor quanto para o fornecedor, em relação à medição e tarifação de serviços.

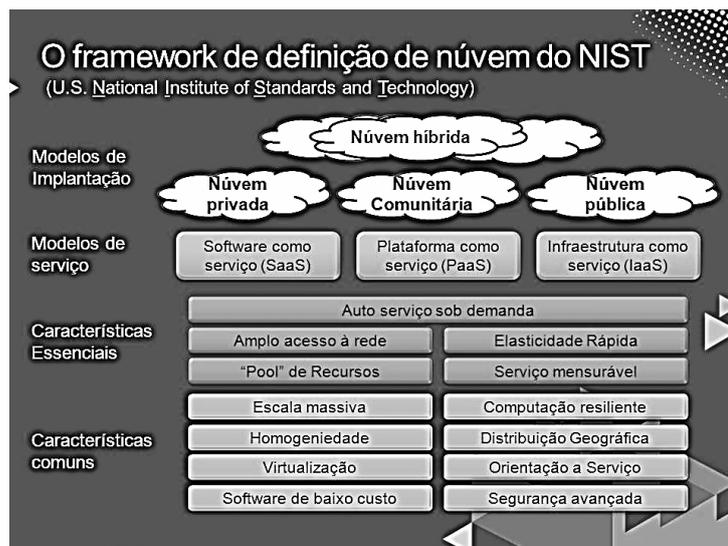
#### 4.1 Modelo de Nuvem

Ainda NIST (2011) completa informando que possuem vários modelos de serviço de nuvem aonde cada uma oferece diferentes maneiras para se trabalhar, possuindo as suas características e funções de acordo com a necessidade.

- Nuvem Privada: são aquelas construídas para um único usuário (uma empresa, por exemplo). O usuário possui total controle sobre suas aplicações que são implementadas na nuvem. Uma nuvem privada, em geral, é construída sobre um *Data Center* privado;
- Nuvem Pública: é um serviço prestado por um fornecedor à usuários comuns ou empresas, através da *Internet*. Esse provedor fica responsável pela proteção, hospedagem, manutenção e seu gerenciamento dos dados da empresa ou cliente, cobrando apenas os recursos utilizados;
- Nuvem Híbrida: é a combinação do ambiente público com o ambiente privado, que normalmente é configurado e desenvolvido sob demanda em um *data center*. Os ambientes públicos e privados funcionam independentemente e conectam-se quando necessário. Os dados que precisam de maior segurança e maior privacidade ficam no ambiente privado e os dados e sistemas que precisam ter parte de seus dados expostos (como é o caso de um aplicativo móvel, por exemplo) pode usar o ambiente de nuvem pública;
- Nuvem Comunitária: a infraestrutura é compartilhada por várias organizações que partilham do mesmo interesse, requisitos de segurança, políticas entre outros, e podem ser administradas pelas próprias organizações ou por um terceiro e ainda pode existir no ambiente da empresa ou fora dele (Figura 2).

#### 4.2 Saas, Paas, Iaas

Para Furht e Escalante (2010), *Software as a Service* (Saas) ou *Software* como Serviço trata-se de uma forma de trabalho onde o *software* é oferecido como serviço, não havendo a necessidade do usuário adquirir licenças para o uso e comprar computadores ou servidores para executá-lo, sendo no máximo pago um valor mensal como se fosse uma assinatura somente pelos recursos usados ou tempo de uso.

**Figura 2 – Modelo proposto pelo National Institute of Standards and Technology (NIST)**

Fonte: Adaptado do NIST (2011).

Os pesquisadores Mather et al. (2009) descrevem a *Platform as a Service* (PaaS) ou plataforma como serviço como uma solução mais ampla para determinadas aplicações incluindo os recursos necessários para operações como armazenamento, banco de dados escalabilidade (aumento automático da capacidade de armazenamento ou processamento) suporte para linguagens de programação e segurança.

Para Mell et al. (2011), *Infrastructure as a Service* (IaaS) ou Infraestrutura de Serviço é parecido com o conceito de Paas, mas aqui o foco é a estrutura do *hardware* em si, ou de máquinas virtuais com o usuário tendo acesso a recursos do sistema operacional.

### 4.3 Vantagens

De acordo com Voorsluys et al. (2011), as vantagens podem ser rotuladas como a Elasticidade rápida:

- A Computação em nuvem dá uma ilusão de infinitos recursos computacionais disponíveis sob demanda, portanto espera-se do *cloud computing* que os recursos adicionais possam ser fornecidos automaticamente, quando uma carga de aplicativos aumentar e também tenha seus recursos ajustados quando diminuir a carga;

Serviço medido:

- Sistemas de *cloud* automaticamente controlam e otimizam a utilização dos recursos, podendo ser monitorado e controlado, alavancando a capacidade de medição em algum nível de abstração adequado para o tipo de serviço como por exemplo, armazenamento, processamento, banda, entre outros;
- Disponibilidade em acesso em qualquer lugar: Com os benefícios da *Internet*, a mobilidade torna-se uma excelente característica dessa nova tecnologia. Como os dados agora estão na Nuvem, eles poderão ser acessados de qualquer computador que tenha acesso à *Internet*, e em qualquer lugar;

Economia: Só é gasto o que realmente é usado, considerando também os casos onde não é necessário pagar por uma licença definitiva de um determinado programa.

#### 4.4 Vantagens

Já para Sun (2009), as aplicações devem ser seguras e devem possuir uma arquitetura onde os dados permaneçam seguros mesmo que haja falhas ou erros nos seus servidores, ou em máquinas virtuais sobre as aplicações que estão armazenadas. Isso tem que estar definido na SLA (nível de qualidade ou cumprimento de metas estabelecido em contrato), pois se ocorrer algum tipo de falha, a penalidade devem estar descrita no acordo, e feito o *backup* dos dados em um local seguro para qualquer eventual perda e para que pelo menos parte deles sejam recuperados.

O trabalho de Kaufman (2009) descreve que, a proteção, a privacidade dos usuários e a integridade das informações devem ser consideradas, pois, a segurança é o maior problema da computação em nuvem, mais aplicado na implementação de uma nuvem pública, que no caso os *datacenters* armazenam informações que os usuários tradicionalmente utilizam, ou seja, esses usuários desconhecem tanto a localização exata de seus dados quanto a fonte dos dados que estão armazenados junto aos deles. Outro autor citado neste trabalho, Dikaiakos et al. (2009), fala sobre a Interoperabilidade que diz respeito à capacidade dos usuários de executarem os seus programas e os seus dados em diferentes nuvens e plataformas. Essa é uma característica amplamente desejável no ambiente da computação em nuvem.

## 5 OWN CLOUD

Por ser uma comunidade de desenvolvedores ao redor do mundo, Owncloud (2017), trata-se de uma aplicação *web* de código aberto provendo compartilhamento, armazenamento, sincronização de arquivos, edição colaborativa de documentos com informações armazenadas no seu banco de dados, dentre eles estão o SQLite, MariaDB, MySQL, Oracle, PostgreSQL. Possui serviço de varredura automática dos arquivos, em integração realizada com a ferramenta de antivírus (ClamAV), autenticação de dois fatores, usuário, senha e um Token adicional, e ou,

utilização de integração com o *Active Directory* utilizando o protocolo LDAP.

## 5.1 Riscos e Segurança

Dias (2000) nota que na sociedade, bem como é sabido, que a informação é o bem mais precioso de qualquer empresa, e, em consequência, o ativo mais sujeito a riscos. Por esses motivos que a segurança é um dos maiores desafios que as organizações enfrentam atualmente, e em muitos casos desconhecem quais os riscos da utilização da nuvem privada, onde pode-se verificar como exemplos de risco:

- **Violações de Segurança:** a nuvem privada pode ser menos segura do que uma nuvem pública, pois o provedor de nuvem pública de anos de experiência de alto nível tem estratégias, técnicas e ferramentas sofisticadas para proteger os dados mesmo sendo alvos maiores para *hackers*;
- **Problemas de Desempenho:** com a nuvem privada você tem uma maior flexibilidade na implantação, podendo escolher os componentes de *hardware*, *software*, a infraestrutura e a *topologia* que vão auxiliar no seu caso de uso, mas mesmo assim, não há certeza sobre o desempenho, onde esse risco terá que ter um processo contínuo no lugar para validar seu desempenho pois cada implantação deverá ter uma maneira clara de execução dos testes;
- **Perda de Dados:** as implementações de nuvem privada estão expostas a um grande risco de perda de dados, devido a dinâmica de uma nuvem privada, as técnicas tradicionais de segurança dos dados podem não ser suficientes, e podem não funcionar de uma forma previsível, também existindo possíveis cenários de configuração errada que podem causar consequências desastrosas (Ixia 2017).

Para Nakamura e Geus (2007), a segurança é um ponto importante, pois ela defende um dos principais ativos das organizações, suas informações. Entretanto, ainda hoje a segurança é tratada de maneira superficial por grande parte das organizações. Não recebendo a devida importância e, em muitos casos, são utilizadas técnicas parciais ou incompletas que podem aumentar a vulnerabilidade da organização. Em relação a todos esses riscos, faz-se a necessidade de estudos, debates e ações de forma a estabelecer as melhores práticas e padrões para a empresa, onde a utilização de uma política de segurança é essencial para tais riscos, e para garantir que o nível de segurança que se deseja estabelecer seja mantido.

FreeBSD (2017) complementa ao afirma que o sistema operacional FreeBSD por sua vez inclui o *Internet Protocol Firewall* (IPFW) e *Internet Protocol Filter* (IPFILTER), bem como uma versão modificada do popular Packet Filter (PF), permitindo aos administradores de rede monitorar e manipular condições adversas na rede, ou seja, controlar todo o tráfego de rede com *firewall* embarcado no próprio sistema.

## 6 MATERIAIS E MÉTODO

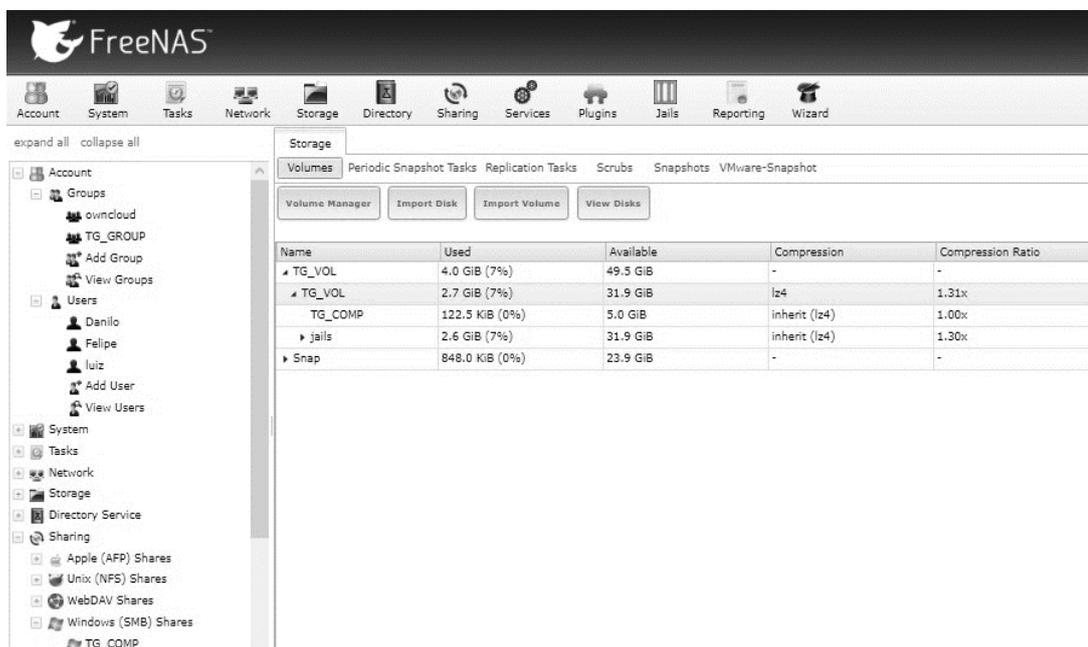
A utilização de uma nuvem privada com FreeNAS foi estudada através de pesquisas bibliográficas. A obtenção de dados ocorreu por pesquisas feitas através de discussões de outros projetos, através da comunidade do FreeBSD, em fóruns que auxiliam na montagem e utilização do produto utilizando materiais de apoio como livros e dissertações na *internet*.

A coleta de dados foi feita através de pesquisas e aplicações práticas em que foram utilizados o FreeNAS e o *plugin* Owncloud. Essa etapa teve como objetivo a coleta de resultados da prática do projeto e demonstração e construção de utilização de uma nuvem privada, mostrando a sua potencialidade na aplicação de sistema de arquivos a baixo custo.

Criado o ambiente de laboratório utilizando um *hardware* obsoleto, onde foi instalado e configurado o ambiente virtualizado no *software* VMware Workstation 12 com Sistema Operacional (FreeNAS), seguido da instalação do *plugin* (Owncloud). No decorrer de todo esse processo foram realizados testes de verificação e comparativo de desempenho e custos em relação a sistemas semelhantes do mercado.

A imagem na Figura 3 apresenta a interface gráfica intuitiva e funcional para administração de usuários, grupos, permissões e compartilhamento (“TG\_COMP”).

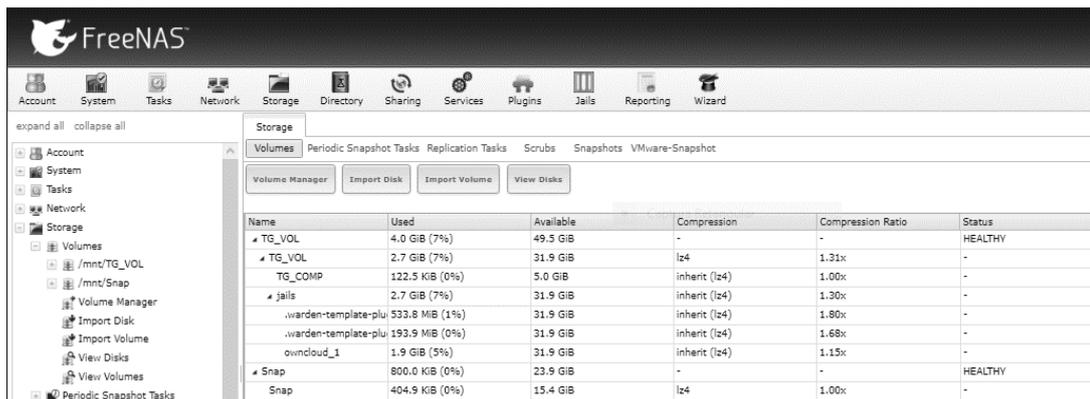
**Figura 3 – Interface gráfica para administração de usuários, grupos e permissões**



**Fonte: Autoria própria.**

Administração simplificada e centralizada de todos os volumes apresentados, compartilhamento, *Jail*, *Snapshot*, etc. propiciando uma ampla administração e gerenciamento do ambiente montado conforme Figura 4.

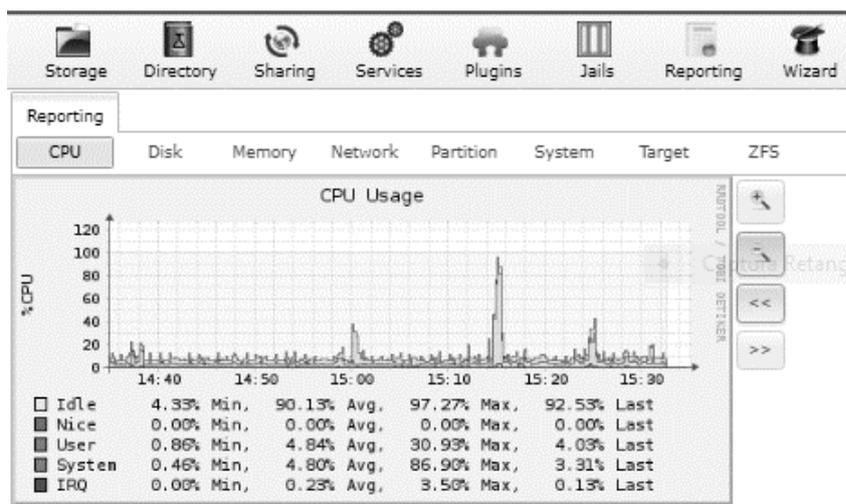
**Figura 4 – Interface gráfica para administração de volumes**



Fonte: Autoria própria.

Sistema próprio de monitoramento com gráficos de fácil entendimento com análise completa de todo o ambiente incluindo *hardware*, rede e sistema, visualizando com facilidade todas as questões de desempenho relativo ao ambiente proposto (Figura 5).

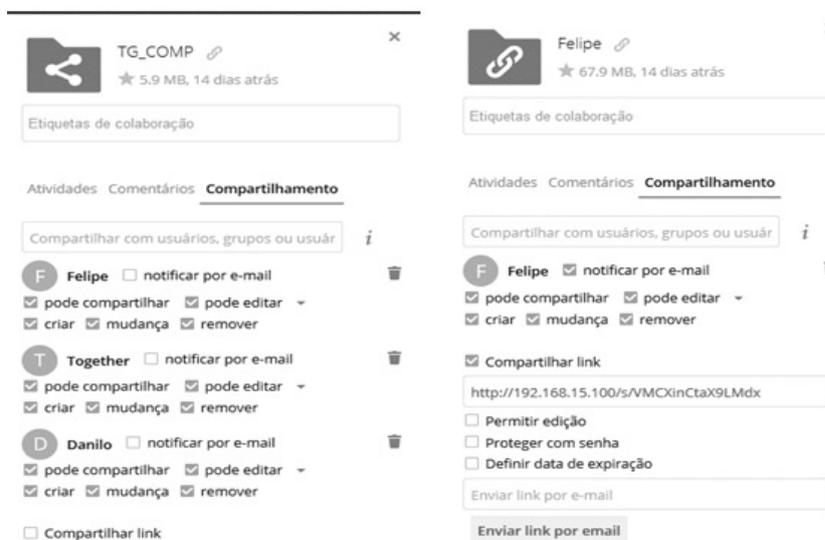
**Figura 5 – Tela de monitoramento do *hardware* e rede**



Fonte: Autoria própria.

Gerenciamento de diretórios e compartilhamentos com atribuição de permissões de acesso aos usuários, com registro de todas as características atribuídas aos usuários dentro do sistema. Na Figura 6 tem-se um exemplo do diretório com permissão específica a um único usuário, e outro diretório com permissão para grupo e/ou vários usuários, idêntico às permissões e compartilhamento de um servidor de arquivos.

**Figura 6 – Imagem do Owncloud de gerenciamento e permissões, arquivos, compartilhamento**



Fonte: Autoria própria.

Através da interface gráfica disponível para visualização dos *logs* de todas as atividades realizadas pelos usuários no servidor, apresentando o registro e propiciando análise dessas atividades conforme Figura 7.

**Figura 7 – Logs de todas atividades realizadas pelos usuários no servidor**



Fonte: Autoria própria.

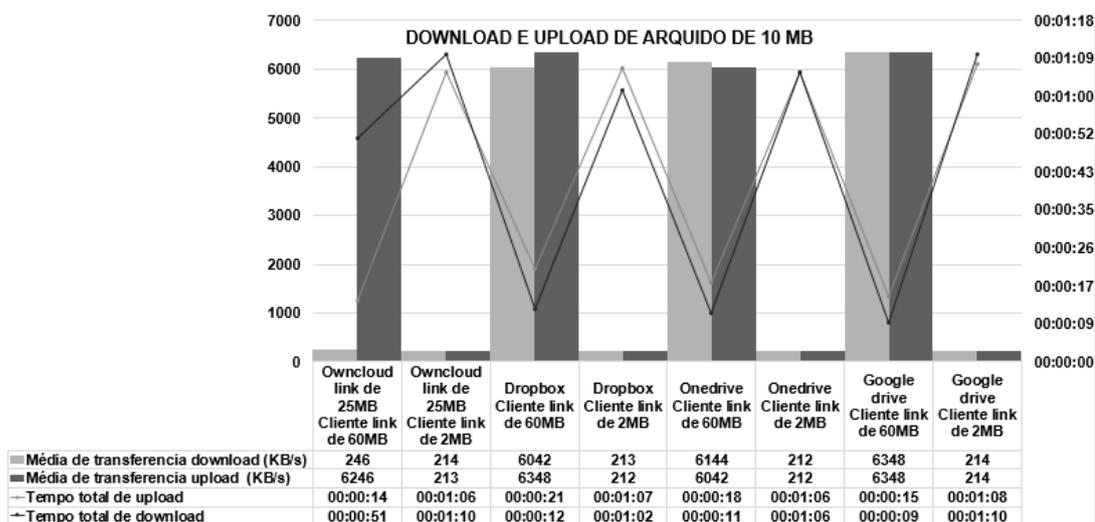
### 6.1 Análise dos Resultados

As métricas utilizadas nos testes foram: custo, benefício e desempenho, conforme tabelas da Figura 8, foram realizados comparativos com as principais soluções de mercado. Foi

analisado *throughput* através de *download* e *upload* de arquivos de tamanhos distintos assim como *links* de capacidades diferentes.

O gráfico demonstrado na Figura 8 apresenta o *upload* e *download* de arquivo de 10 MB em ambiente simulado hospedado em um *link* de 25 MB, utilizando *links* distintos de 2 MB e 60 MB pelos clientes.

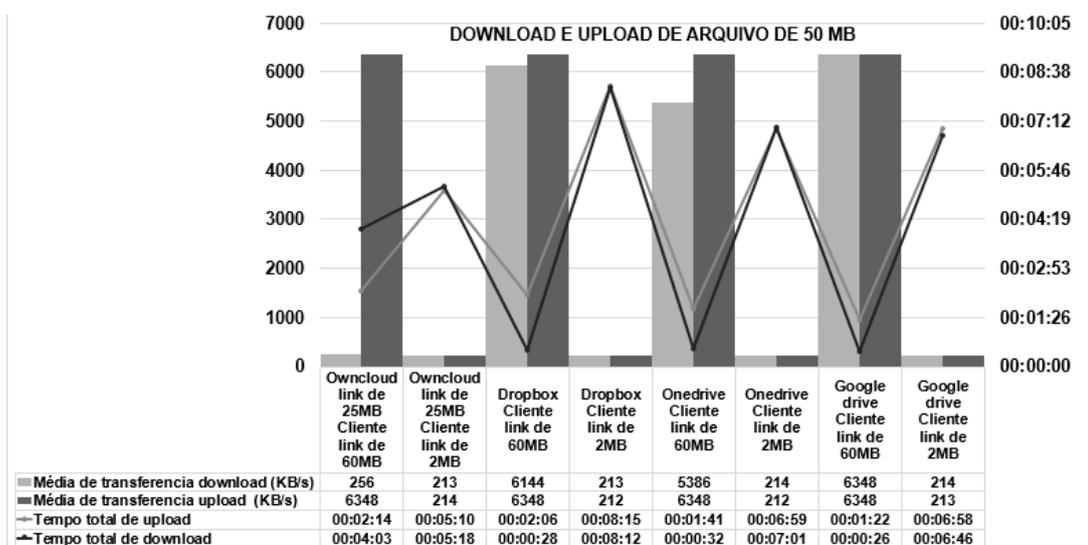
**Figura 8 – Tabela comparativa com testes de *download* e *upload* de arquivos de 10 MB**



Fonte: Autoria própria.

A Figura 9 demonstra o *upload* e *download* de arquivo de 50 MB em ambiente simulado hospedado em um *link* de 25 MB, utilizando *links* distintos de 2 MB e 60 MB pelos clientes.

**Figura 9 – Tabela comparativa com testes de *download* e *upload* de arquivos em um *link* de 50 MB**



Fonte: Autoria própria.

Demonstra-se pelos gráficos que no ambiente montado, o desempenho se manteve sempre em uma linha média em relação a todos os serviços de nuvem testados, com um melhor desempenho em arquivo de maior tamanho (como na Figura 9), no qual seu rendimento foi mais próximo aos melhores resultados.

A Figura 10 apresenta os parâmetros da ferramenta estudada neste trabalho com as demais nuvens públicas mais utilizadas e conhecidas.

**Figura 10 – Adaptação da tabela comparativa do Owncloud com nuvens públicas**

	 Google Drive	 OneDrive	 Dropbox	 owncloud
<b>Nuvem</b>	Nuvem pública	Nuvem pública	Nuvem pública	Nuvem privada
<b>Armazenamento</b>	1 TB	1 TB	1 TB	1 TB
<b>Plataformas</b>	Windows, Mac, Android e iOS.	Windows, Mac, Android e iOS.	Android, iOS, Windows, Linux e Mac	Android, iOS, Windows, Linux e Mac
<b>Especificação técnica do Hardware</b>	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Lenovo G480 - Intel Core i3; Mem. RAM - 8 GB; HDD - 500 GB
<b>Limites por download</b>	Nenhum	Nenhum	20 GB por dia	Cota gerenciada pelo administrador
<b>Vida Útil do serviço</b>	Serviço mediante a contratação/pagamento	Serviço mediante a contratação/pagamento	Serviço mediante a contratação/pagamento	Vida útil do Notebook 4 á 5 anos
<b>Custo total *</b>	R\$ 34,99/mês ou R\$ 349,99/ano	R\$ 21,90/mês ou R\$ 262,80/ano	R\$ 25,90/mês ou R\$ 309,90/ano	R\$ 1.579,90

\* Verificação dos valores realizado na data: 17/02/2017

**Fonte:** <https://olhardigital.com.br/noticia/comparamos-os-cinco-principais-servicos-de-armazenamento-na-nuvem/66217>.

A questão custo demonstra que, de imediato, ao ocorrer uma possível aquisição de equipamento, o ambiente particular montado pode até despende um valor maior, mas que ao longo do tempo, em média 5 anos, torna-se equiparado com os outros serviços, o que, na verdade, pode até ser menor, tendo-se em eventualidade uma máquina disponível para montagem do ambiente, sem ter as limitações de serviços encontradas nos serviços contratados. Destaca-se que várias nuvens citadas possuem versões gratuitas para demonstração ou licença para estudantes, sendo a opção *open source* caracterizada pelo desenvolvimento em comunidade, mas que seu uso empresarial incorre em custo.

## 7 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como foco principal criar uma nuvem privada a baixo custo, especificamente suprir a demanda de pequenas e médias empresas, sem gerar custos adicionais com *hardware* e *software*.

Com a pesquisa teórica realizada em ambiente simulado, foi verificada a viabilidade da criação de uma nuvem privada, de baixo custo, utilizando *hardware* obsoleto, e soluções *open source*, a um ótimo custo-benefício com alto nível de qualidade e segurança, levando-se em consideração que a pesquisa em questão não teve como foco alta disponibilidade.

Em comparativo com as principais soluções do mercado, os dados dos testes realizados em ambiente simulado confirmaram o potencial referente à qualidade e à capacidade. A velocidade de transmissão do *link* de dados, onde se encontra a nuvem hospedada, determinará o *throughput*.

Fica claro que em ambientes de indisponibilidade de recursos e, ao mesmo tempo, possibilidade de disponibilizar uma máquina do parque tecnológico para esta função, tem-se uma aplicação possível, e que atende a vários serviços de forma satisfatória para empresas de pequeno porte, ou até em serviços específicos para qualquer empresa.

## REFERÊNCIAS

AMAZON. 2017. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-storage/>>. Acesso em: 15 abril 2017.

BENJAMIN, M. H.; BACON, J. **“Raid”**, Tradução de Rafael Proença. São Paulo: The official Ubuntu book, 2008.

BSDMAGAZINE. **A Complete Guide to FreeNAS Hardware Design**. Polônia: N.3, 2015. v. 9. 12 p.

DELL. **Arquiteturas de armazenamento em disco**. Disponível em: <[www.1.la.dell.com/content/topics/topic.aspx/global/products/pvaul/topics/pt/learn\\_disk\\_storage\\_architectures?C=brl=pt](http://www.1.la.dell.com/content/topics/topic.aspx/global/products/pvaul/topics/pt/learn_disk_storage_architectures?C=brl=pt)>. 2017. Acesso em: 15 abril 2017.

DIAS, Cláudia. **Segurança e auditoria da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2000.

DIKAIAKOS, Marios D et al. Cloud computing: Distributed internet computing for it and scientific research. **IEEE Internet computing**, IEEE, v. 13, n. 5, p. 10–13, 2009.

FREEBSD. 2017. Disponível em: <<https://www.freebsd.org/features.html>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FREENAS. 2017. Disponível em: <<http://www.freenas.org>>. Acesso em: 25/03/2017.

FURHT, Borivoje; ESCALANTE, Armando. **Handbook of cloud computing**. Springer Publishing Company: Incorporated, 1st edition International Data Corporation (2016), 2010. v. 3.

KAUFMAN, Lori M. Data security in the world of cloud computing. **IEEE Security & Privacy**, Ieee, v. 7, n. 4, p. 61–64, 2009.

KERNIGHAN, Brian W; PIKE, Rob. **The UNIX programming environment**. [S.l.]: Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1984. v. 270.

LEVENTHAL, Adam. What is raid-z. **ACM Queue**, v. 4, 2010. Disponível em: <[https://blogs.oracle.com/ahl/entry/what\\_is\\_raid\\_z](https://blogs.oracle.com/ahl/entry/what_is_raid_z)>. Acesso em: 25 abril 2017.

MATHER, Tim; KUMARASWAMY, Subra; LATIF, Shahed. **Cloud security and privacy: an enterprise perspective on risks and compliance**. [S.l.]: O’Reilly Media, Inc., 2009.

MELL, Peter; GRANCE, Tim et al. The nist definition of cloud computing: Technical report800-145. National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, 2011. MD.

MELLO, Guiomar Namó de. A escola e a estrada da informação. **Folha de São Paulo**, São Paulo, v. 16, 1998.

MICROSOFT. **Visão geral do Gerenciamento de Compartilhamento e Armazenamento**. 2017. Disponível em: <<https://gallery.technet.microsoft.com/Tipos-de-Storage12ae1f7b#content>>. Acesso em: 25 abril 2017.

MICROSOFT. Disponível em: <<https://gallery.technet.microsoft.com/Tipos-de-Storage12ae1f7b#content>>. 2017. Acesso em: 25 abril 2017.

NAKAMURA, Emilio Tissato; GEUS, Paulo Lício de. **Segurança de redes em ambientes cooperativos**. [S.l.]: Novatec Editora, 2007. 482 p.

NIST. **The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)**. 2011. Disponível em: <[http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145\\_cloud\\_definition.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud_definition.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2017.

ORACLE. **Guia de administração do ZFS Oracle Solaris**. 2011. Disponível em: <[https://docs.oracle.com/cd/E24849\\_01/html/820-0447/zfsover-2.html](https://docs.oracle.com/cd/E24849_01/html/820-0447/zfsover-2.html)>. Acesso em: 23 out. 2017.

OWNCLOUD. 2017. Disponível em: <[www.owncloud.org](http://www.owncloud.org)>. Acesso em: 23 jun. 2017.

STORAGE. 2017. Disponível em: <[www.storage.com](http://www.storage.com)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

SUN, Microsystems. **Introduction to Cloud Computing Architecture**. 1. ed. White Paper: INC., 2009.

SYMANTEC. **SAN (Storage Area Network, rede de área de armazenamento)**. 2017. Disponível em: <[https://www.symantec.com/pt/br/security\\_response/glossary/define.jsp?letter=s&word=san-storage-area-network](https://www.symantec.com/pt/br/security_response/glossary/define.jsp?letter=s&word=san-storage-area-network)>. Acesso em: 23 abril 2017.

VOORSLUYS, W.; BUYYA, R.; BROBERG, J. **Cloud Computing Principles and Paradigms**, Wiley, New Jersey, 2011. Introduction to the Cloud.