

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE LIVRE XEN E PROXMOX PARA CLUSTERIZAÇÃO E VIRTUALIZAÇÃO.

VIEIRA, S. A.

Fatec Tatuí – Prof. Wilson R. R. de Camargo - Gestão da Tecnologia da Informação
e-mail samuel.vieira@fatec.sp.gov.br

Use of free software Xen and Proxmox for clustering and virtualization.

Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação

Resumo

Este estudo aborda a viabilidade e os benefícios dos *clusters* baseados em *Software Livre* para pequenas e médias empresas que buscam alternativas de baixo custo em relação aos *softwares* proprietários. O movimento pelo *Software Livre* foi iniciado por Richard Stallman em 1985 com o manifesto GNU, que estabeleceu os princípios para a criação de um sistema livre semelhante ao Unix. Stallman também fundou a *Free software Foundation*, que forneceu uma base legal para a comunidade de *Software Livre* e introduziu o conceito de *copyleft* para proteger a modificação e redistribuição de *Software Livre*. Além disso, o estudo destaca a importância da virtualização na área de Tecnologia da Informação como uma ferramenta essencial para otimizar recursos de *hardware*, permitindo a execução de múltiplos sistemas operacionais em uma única máquina. A virtualização oferece a capacidade de distribuir recursos de *hardware* de maneira flexível e eficiente, facilitando o dimensionamento de máquinas virtuais de acordo com as necessidades do serviço. A pesquisa se concentra na virtualização e clusterização de servidores, com o objetivo geral de avançar os estudos sobre *hypervisors*, incluindo tecnologias Xen e Proxmox. Os objetivos específicos incluem a investigação de *clusters* de alta disponibilidade e balanceamento de carga dentro desses *hypervisors*, a análise da compatibilidade entre tecnologias de virtualização Xen e Proxmox, a adaptação do modelo, a aquisição de conhecimento técnico e teórico sobre essas tecnologias e a identificação dos melhores sistemas operacionais de código aberto para sua aplicação. Como resultado, pretende-se criar um modelo escalável de fácil manutenção e promover a disseminação de *software* de código aberto por meio de minicursos e oficinas para a comunidade interna e externa. Essas iniciativas contribuem para a promoção da adoção de *Software Livre* e tecnologias de virtualização em ambientes corporativos, proporcionando economia de custos e eficiência operacional.

Palavras-chave: *clusterização, Software Livre, Linux, hypervisor.*

Abstract

This study addresses the feasibility and benefits of open-source software-based clusters for small and medium-sized enterprises seeking low-cost alternatives to proprietary software. The open-source software movement was initiated by Richard Stallman in 1985 with the GNU manifesto, which established principles for creating a free system similar to Unix. Stallman also founded the *Free software Foundation*, providing a legal framework for the open-source software community and introducing the concept of *copyleft* to protect the modification and redistribution of open-source software. Furthermore, the study highlights the importance of virtualization in the field of Information Technology as an essential tool for optimizing hardware resources, enabling the execution of multiple operating systems on a single machine. Virtualization offers the ability to flexibly and efficiently allocate hardware resources, simplifying the scaling of virtual machines according to service requirements. The research focuses on server virtualization and clustering, with the overall objective of advancing studies on *hypervisors*, including technologies such as Xen and Proxmox. Specific objectives encompass investigating high-availability clusters and load balancing within these *hypervisors*, analyzing the compatibility between Xen and Proxmox virtualization technologies and clustering technologies, adapting the current research model, gaining technical and theoretical knowledge about these technologies, and identifying the best open-source operating systems for their application. As a result, the aim is to create a scalable and easily maintainable model and promote the dissemination of open-source software through workshops and training sessions for both internal and external communities. These initiatives contribute to the promotion of open-source software adoption and virtualization technologies in corporate environments, offering cost savings and operational efficiency.

Key-words: *clustering, Free Software, Linux, Hypervisor.*

1. Introdução

A clusterização de servidores e a gestão eficiente de *hypervisors* têm se tornado elementos cruciais na arquitetura de infraestruturas de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Este artigo aborda a clusterização de servidores como uma estratégia fundamental para garantir alta disponibilidade, escalabilidade e confiabilidade em ambientes corporativos. Em particular, concentra-se na análise das tecnologias de virtualização oferecidas pelos *hypervisors* Xen e Proxmox, destacando sua importância na criação de ambientes virtualizados robustos e flexíveis. A clusterização de servidores é uma abordagem que permite a consolidação de recursos computacionais, proporcionando benefícios significativos, como a garantia de continuidade dos serviços, a otimização da distribuição de carga de trabalho e a redução de falhas críticas em sistemas [1]. Neste contexto, os *hypervisors* Xen e Proxmox desempenham um papel crucial ao oferecerem ambientes de virtualização altamente eficientes, capazes de executar e gerenciar múltiplas máquinas virtuais em um único servidor físico.

A formação de *clusters*, que envolve a união de dois ou mais computadores para a resolução de problemas, tem suas raízes na década de 1960, quando dois mainframes foram interconectados visando ao compartilhamento de dados. No entanto, foi apenas nos anos 1980 que essa prática ganhou ampla popularidade, impulsionada pela crescente necessidade de alta capacidade de processamento e pelo aumento do desempenho, paralelamente à disseminação das redes de computadores [2]. É razoável afirmar que a clusterização contribuiu com a evolução dos sistemas dentro das empresas e também seguiu o movimento que trouxe os computadores pessoais para dentro das empresas, fortalecendo os ambientes cliente-servidor e diminuindo os *mainframes* e seus “terminais burros”.

O Xen, um *hypervisor* de código aberto amplamente reconhecido, desempenha um papel proeminente na virtualização de servidores e *clusters*. Criado no Laboratório de Computação da Universidade de Cambridge, o Xen oferece uma plataforma robusta para a criação e gestão de máquinas virtuais em ambientes corporativos. Sua arquitetura altamente eficiente permite que várias máquinas virtuais compartilhem um único servidor físico, proporcionando isolamento, segurança e flexibilidade para executar diferentes sistemas operacionais e aplicativos [3]. O Xen tem sido uma escolha popular para a implementação de *clusters* de alta disponibilidade, onde a capacidade de migrar máquinas virtuais entre servidores em tempo real é essencial para garantir a continuidade dos serviços. Sua contribuição para a evolução da virtualização e da clusterização é inegável, tornando-o uma ferramenta valiosa para otimizar recursos de *hardware* e aumentar a eficiência operacional em ambientes empresariais. O Proxmox Virtual Environment (Proxmox VE) é uma plataforma de virtualização de código aberto abrangente e de alto desempenho que combina virtualização baseada em contêineres (usando o Proxmox LXC) e virtualização de máquina virtual (VM) com o Proxmox QEMU/KVM. O Proxmox VE é conhecido por sua facilidade de uso e uma interface de gerenciamento web intuitiva, tornando-o uma escolha popular para administradores de sistemas que buscam uma solução de virtualização tudo-em-um. Ele oferece recursos avançados, como migração de máquinas virtuais em tempo real, *backups* incrementais, armazenamento em *cluster* e suporte para alta disponibilidade, tornando-o uma escolha atraente para empresas que exigem ambientes virtualizados estáveis e escaláveis. Sua combinação de virtualização de contêineres e VMs o torna uma plataforma versátil, adequada para uma variedade de casos de

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

uso, desde ambientes de desenvolvimento e teste até implantações de produção de grande escala [4].

A utilização de ambos baseiam-se em suas vantagens complementares. O Xen, sendo um *hypervisor* de código aberto altamente eficiente, destaca-se pelo baixo custo em relação ao poder de processamento que proporciona. Sua capacidade de fornecer um desempenho notável, juntamente com alta disponibilidade, garante que os sistemas operem de forma segura e contínua. Além disso, a escalabilidade do Xen permite a adição ou substituição de nodos no *cluster*, oferecendo uma tolerância a falhas que reforça a confiabilidade do sistema. O aspecto crucial aqui é a redução de custos, já que qualquer computador pode ser integrado como um nodo no *cluster*, e as licenças de uso são abrangidas por sistemas de *Software Livre*, como o GNU/Linux. O Proxmox, por outro lado, oferece facilidade de gerenciamento e recursos avançados, como migração em tempo real e suporte a contêineres, aprimorando ainda mais a eficiência operacional e a flexibilidade do ambiente virtualizado. O estudo dessas duas tecnologias oferece uma solução completa e abrangente para as necessidades de virtualização, equilibrando o desempenho, a confiabilidade e a economia de custos [5].

O objetivo geral desta pesquisa é avançar o conhecimento no campo da virtualização e clusterização, focando os *hypervisors* nas tecnologias Xen e Proxmox, e investigando a viabilidade de implementação de *clusters* com essas soluções. Para isso deve-se estudar a implementação de *clusters* de alta disponibilidade e o balanceamento de carga em ambientes que utilizam os *hypervisors* Xen e Proxmox, visando aprimorar a confiabilidade e a eficiência dos sistemas. Analisar as tecnologias de virtualização Xen e Proxmox em relação à sua compatibilidade com as tecnologias utilizadas na criação de *clusters* de servidores. Adaptar e aprimorar o modelo de pesquisa utilizado na investigação atual para atender às demandas e características específicas da pesquisa em questão, garantindo sua relevância e aplicabilidade. Ampliar o conhecimento técnico e teórico sobre as tecnologias Xen e Proxmox, bem como identificar os sistemas operacionais de código aberto mais adequados para a sua implementação, com foco na otimização do ambiente virtualizado. Continuar promovendo a disseminação de conhecimento sobre *software* de Código Aberto por meio da realização de minicursos e oficinas tanto para a comunidade interna quanto externa. Isso será realizado com um foco especial na função social e educacional do uso de *Software Livre*, proporcionando acesso simplificado a esses recursos e promovendo a inclusão digital, independentemente de pré-requisitos técnicos complexos.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

O *cluster* foi composto por três sistemas de computadores que possuíam configurações idênticas, detalhadas a seguir:

- Processador Intel(R) Core(TM) i3 CPU 550 com clock de 3.20GHz.
- 12GB de memória RAM.
- Unidade de armazenamento SSD de 250GB.
- Sistema operacional Proxmox VE 8.0 instalado.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

No segundo *cluster* foi usada a mesma configuração de *hardware*, trocando o sistema operacional pelo Debian 12 - Bookworm com Xen 4.17 instalado.

2.2. Metodologia

Primeiro foi feita a implantação do Proxmox com o Ceph como clusterizador de discos rígidos envolvendo uma série de etapas. Abaixo, está brevemente descrito a metodologia para realizar esse processo:

- O ambiente foi preparado respeitando os requisitos de *hardware* do Proxmox e do Ceph.
- A estrutura física foi verificada para que o *cluster* pudesse ter acesso à rede e o sistema à *internet* para *download* dos pacotes.
- Feito o *download* da ISO do Proxmox 8.0, foi criado um *pendrive* de instalação, este utilizado para todas as máquinas.
- Durante a instalação, o sistema configurou a rede, para o acesso à *internet* e poder fazer o *download* de pacotes adicionais. Todo sistema ficou na sub-rede 10.132.224.0/255.255.224.0.
- Todo processo foi feito através da interface gráfica do Proxmox a instalação foi feita em alguns minutos.
- A instalação do Ceph foi feita através do comando: `pveceph install --version quincy`. Versão do Ceph disponível no repositório do Proxmox.
- Foram configurados alguns serviços de monitor (ceph-monitor), gerência (ceph-mgr), OSD (ceph-ods) e MDS (ceph-mds).
- O sistema foi reiniciado e executado o comando `pveceph init --network 10.132.224.0/19` no nodo 1 do *cluster* para sua utilização.

A implantação do Xen foi feita com DRBD e Heartbeat. Abaixo, está brevemente descrito a metodologia para realizar esse processo:

- O ambiente foi preparado respeitando os requisitos de *hardware* do Debian e do Xen.
- A estrutura física foi verificada para que o *cluster* pudesse ter acesso à rede e o sistema à *internet* para *download* dos pacotes.
- Feito o *download* da ISO do Debian 12 - Bookworm, foi criado um *pendrive* de instalação, este utilizado para todas as máquinas.
- Durante a instalação, o sistema configurou a rede, para o acesso à *internet* e poder fazer o *download* de pacotes adicionais. Todo sistema ficou na sub-rede 10.132.224.0/255.255.224.0.
- Todo processo foi feito através da interface gráfica do Debian Installer a instalação foi feita em alguns minutos.
- Após o reinício, foram habilitados os pacotes *non-free* para o sistema poder trabalhar com pacotes de terceiros. (Não foi utilizado o Backports).
- A instalação do Xen 4.17 foi feita através do comando: `apt install xen-hypervisor-4.17-amd64` e o sistema foi reiniciado.
- Foram feitas configurações adicionais na rede para evitar que houvesse problemas na resolução de nomes durante a replicação de dados nos arquivos `/etc/hosts`.
- A instalação DRBD foi feita através do comando: `apt install drbd-utils`
- Feito as configurações no `/etc/drbd.d/global_common.conf`

Anais da VII Mostra de Docentes em RJ

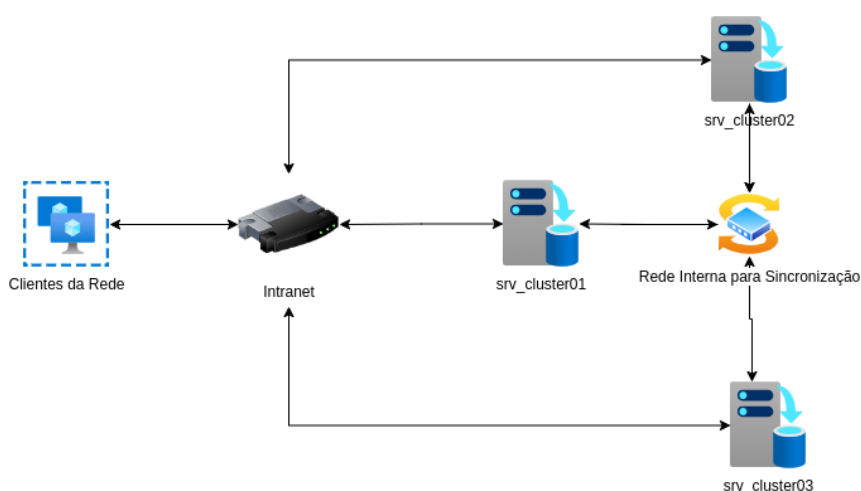
- Verificando o sistema com o comando: `cat /proc/drbd`
- A instalação do heartbeat foi feita através do comando: `apt install heartbeat`
- A configuração foi feita nos arquivos: `/etc/ha.d/haresources` e `/etc/ha.d/authkeys`
- O sistema foi testado com os comandos: `cl_status hbstatus` e `cl_status nodestatus srv_cluster01`

A implantação foi feita com sucesso para a o Proxmox com o Ceph como clusterizador de discos rígidos e para o Xen com DRBD e Heartbeat. O processo envolveu a preparação adequada do ambiente e cada máquina de forma individual, instalação dos componentes necessários, configuração das redes e serviços, além de testes de funcionamento para garantir a integridade e a alta disponibilidade dos sistemas.

3. Resultados e Discussão

O uso do Proxmox com o Ceph como clusterizador de discos rígidos ofereceu vantagens em termos de balanceamento de carga e alta disponibilidade. Na Fig. 1, os clientes da rede acessam o *cluster* sem a necessidade de saber qual *host* específico irá responder às suas requisições. Isso ocorre graças ao balanceamento de gerência, que direciona automaticamente as solicitações para o *host* que apresenta maior disponibilidade naquele momento. Sua capacidade de distribuir cargas de trabalho de armazenamento de forma eficiente entre os nodos do *cluster*. Isso permitiu que os recursos de armazenamento fossem aproveitados de maneira equitativa, melhorando o desempenho e a utilização dos discos rígidos disponíveis. Foi projetado para fornecer alta disponibilidade, garantindo que os dados estejam sempre acessíveis, mesmo em caso de falha de *hardware* ou nodos do *cluster*.

Fig. 1 - Modelo implantado Proxmox com Ceph.



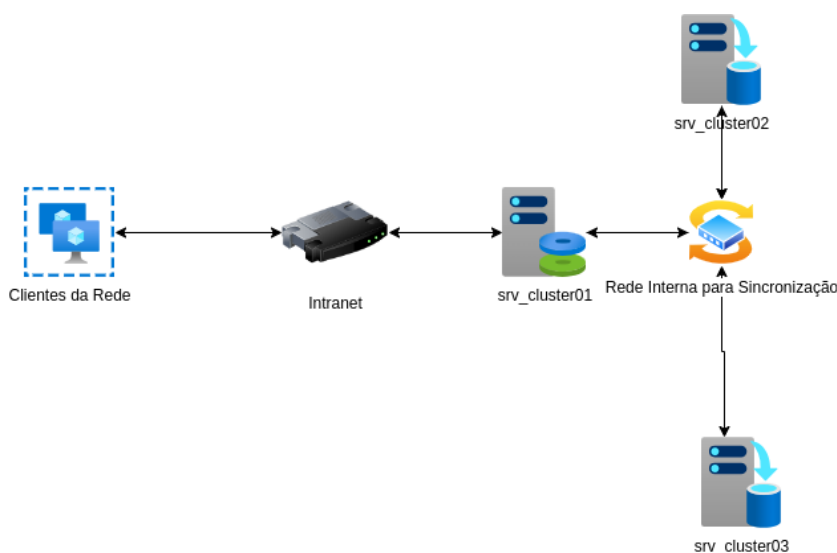
Fonte: Autoria própria.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

A replicação de dados e a distribuição contribuem para a confiabilidade do sistema. É escalável e pode ser dimensionado facilmente à medida que as necessidades de armazenamento aumentam. Isso é crucial para empresas que precisam de flexibilidade para acomodar o crescimento de dados ao longo do tempo.

A contra partida, o Xen com DRBD e Heartbeat tem um foco mais forte na alta disponibilidade, foi eficaz em garantir a alta disponibilidade de máquinas virtuais e serviços. No caso de falha de *hardware* ou de um dos nodos do *cluster*, o Heartbeat foi acionado para realizar uma failover para o nodo de *backup*, minimizando o tempo de inatividade conforme mostrado na Fig. 2, neste modelo existe um *host* mestre, e na eventualidade de sua indisponibilidade, outro *host* assume a posição de mestre.

Fig. 2 - Modelo implantado Xen com DRBD e Heartbeat.



Fonte: Autoria própria.

O DRBD fornece redundância de armazenamento ao replicar os dados entre os nodos do *cluster* através de uma rede própria (Fig.). Isso garantiu que os dados das VMs estivessem protegidos contra perda devido a falhas de *hardware*. O Heartbeat oferece recursos de monitoramento para detectar rapidamente falhas e tomar ações corretivas, incluindo a mudança para o nodo de *backup* quando necessário.

Ambos têm o objetivo de fornecer alta disponibilidade. Tanto o Proxmox com o Ceph quanto o Xen com DRBD e Heartbeat são projetados para garantir que os serviços e os recursos estejam sempre disponíveis, minimizando o tempo de inatividade em caso de falhas de *hardware* ou *software*. O Proxmox com o Ceph oferece replicação de dados para garantir que as informações estejam disponíveis em vários nodos, enquanto o Xen com DRBD fornece redundância de armazenamento replicando dados entre servidores. Embora o foco principal do Proxmox com o Ceph seja a escalabilidade de armazenamento, o Xen com DRBD também pode ser escalado para acomodar mais nodos e recursos, permitindo o crescimento do ambiente de virtualização. O Proxmox com o Ceph e o Xen com DRBD e Heartbeat usam mecanismos de monitoramento para detectar falhas, desencadear ações de recuperação e buscam proteger os dados armazenados, seja por meio de replicação ou por meio de armazenamento redundante.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

A pesquisa demonstrou que, enquanto o Proxmox com o Ceph oferece balanceamento de carga nativo e escalabilidade de armazenamento, a abordagem do Xen com DRBD e Heartbeat é mais voltada para garantir que as VMs e os serviços permaneçam disponíveis em caso de falhas. A escolha entre essas abordagens depende das prioridades específicas de alta disponibilidade, balanceamento de carga e escalabilidade de armazenamento de um ambiente de virtualização.

4. Considerações finais

A pesquisa realizada teve como objetivo avançar nos estudos relacionados aos *hypervisors*, com foco nas tecnologias Xen e Proxmox, além da avaliação da viabilidade de sua clusterização. Foi realizada uma análise dos *clusters* de alta disponibilidade e do balanceamento de carga dentro dos *hypervisors* Xen e Proxmox. Isso proporcionou uma compreensão das capacidades e limitações de cada tecnologia em termos de fornecimento contínuo de serviços e otimização de recursos. Buscou examinar as tecnologias de virtualização oferecidas pelo Xen e pelo Proxmox, explorando suas características e compatibilidades com as tecnologias necessárias para a clusterização de servidores. Isso permitiu uma avaliação das soluções disponíveis. Uma breve comparação entre o Proxmox com o Ceph e o Xen com DRBD e Heartbeat foi realizada.

Ambas abordagens foram identificadas, buscando oferecer alta disponibilidade, mas com enfoques diferentes. O Proxmox com o Ceph se destacou pelo balanceamento de carga e alta disponibilidade, enquanto o Xen com DRBD e Heartbeat priorizou a alta disponibilidade e a redundância de armazenamento.

Também foi dada uma ênfase na relação custo-benefício e no desempenho das tecnologias investigadas, destacou-se a vantagem do uso de *Software Livre*. Além disso, ressaltou-se a capacidade dessas soluções em garantir alta disponibilidade e desempenho consistente, mantendo a acessibilidade e a integridade dos sistemas.

Essa pesquisa pode proporcionar *insights* valiosos para profissionais de TI e administradores de sistemas ao considerar a escolha entre essas abordagens em ambientes de virtualização. A decisão final depende das necessidades específicas de cada organização, priorizando alta disponibilidade, balanceamento de carga, escalabilidade de armazenamento conforme apropriado e custo.

Agradecimentos

Agradeço à Deus e à minha família pelo apoio e compreensão incondicionais para o desenvolvimento desta e de outras pesquisas ao longo de minha vida profissional.

À comissão organizadora VII Mostra de Trabalhos de Docentes em RJI pela oportunidade de mostrar parte do meu trabalho de pesquisa.

Ao Centro Paula Souza pelo apoio, confiança e patrocínio do trabalho da minha pesquisa.

À Faculdade de Tecnologia de Tatuí-SP - Prof. Wilson R. R. de Camargo, a quem agradeço nas pessoas do senhor Diretor Prof. Dr. Anderson Luiz de Souza e da senhora Vice-Diretora Prof. Me. Patrícia Gláucia Moreno pelo incentivo e apoio à pesquisa.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

Referências

- [1] PITANGA M. **Construindo supercomputadores com Linux**. 2ª ed. Editora Brasport. Rio de Janeiro, 2004.
- [2] TELES F. **O que é cluster e como essa estrutura pode ser benéfica para você**. Desk Manager Disponível em: <https://deskmanager.com.br/blog/cluster/>. Acesso em: 23 mar. 2023
- [3] XEN PROJECT HYPERVISOR. 2023. Disponível em: <https://xenproject.org/>. Acesso em: 27 ago. 2023.
- [4] PROXMOX Virtual Environment. 2023. Disponível em: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-virtual-environment/overview>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- [5] VIEIRA, S. A. **PROXMOX**: Uma alternativa ao xenserver. In: Mostra De Trabalhos Docentes Em RJI, 2020, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. p. 133-134.