

Virtualização e Seus Benefícios para Empresas com Hyper-v; um Estudo de Caso na Indústria de Tempero Regina Ltda.

Juciely de Mesquita Rodrigues
jucielyrodrigues@msn.com
FCTMT

Rodrigo Ronner Tertulino da Silva
jucielyrodrigues@msn.com
FCTMT

Jessica Neiva de Figueiredo Leite
jucielyrodrigues@msn.com
FCTMT

Resumo: Nesse artigo são apresentados, o conceito e temas ligados a virtualização de servidores, apresentando suas principais características, vantagens e também problemas que podem surgir com o uso dessa técnica. Por fim, um estudo de caso mostrando a utilização da ferramenta Hyper-V em uma empresa de médio porte, seus benefícios e suas desvantagens que mediante o uso da mesma.

Palavras Chave: Máquina virtual - Virtualização - Hipervisor - -

1. INTRODUÇÃO

A virtualização é uma tecnologia voltada para o uso de máquinas virtuais. Seu objetivo é fazer com que uma única máquina possa simular varias maquinas, ou seja, a partir dessa máquina podem ser instalados servidores e realizado um controle centralizado.

Este tipo de tecnologia pode ser utilizada tanto a nível de desktop, podendo instalar vários sistemas operacionais em um única máquina, quanto em servidores. Essa tecnologia tem um grau de maior usabilidade na parte de servidores, em relação ao seu uso em desktop que é menos usado. E fornece retornos, como no gerenciamento, consolidação, contenção, dentre outros que serão abordados mais a diante.

Atualmente, com o melhoramento nas aplicações de virtualização, essa área vem crescendo muito. Então, o objetivo desse trabalho é mostrar como a virtualização pode ser utilizada para melhorar a infra-estrutura de tecnologia de uma organização, mostrando as vantagens e desvantagens que ela oferece.

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa é feita com base em um estudo acerca dos mecanismos da virtualização, onde essa teoria servirá de embasamento para um estudo de caso em uma empresa que será implantada a virtualização de servidores.

2. VIRTUALIZAÇÃO

Muitos acham, que a virtualização é uma tecnologia nova, mas ela vem sendo utilizada desde os primórdios da tecnologia, com o uso dos grandes computadores *mainframes*, que simulavam máquinas virtuais remotas em que o cliente acessava seus recursos.

A virtualização funciona como um sistema que faz uma representação do hardware a ser executado no sistema operacional. Visando diminuir a ociosidade de processamento, é cada vez mais usada.

De acordo com Silberschatz, Galvin e Gagnw (2007) a virtualização permite que mais de um sistema operacional funcione em somente uma máquina física, criando assim uma VM (virtual machine). Essas máquinas como o próprio nome já diz são virtualmente iguais a uma máquina física, tem todos os dispositivos de uma maquina física, mas nesse caso são virtuais.

Uma máquina virtual é representada pelo sistema hospedeiro (*Host System*), que são os recursos de hardware que irão receber as máquinas lógicas e o sistema virtual, que é o sistema convidado (*Guest System*), executado sobre o sistema host, onde cada um tem a ilusão de ter uma máquina física.

Para simular a criação de uma máquina virtual, é preciso de um software conhecido como hipervisor, que pode ser do tipo que se executa sobre um sistema operacional ou os que são configurados diretamente no hardware.

2.1 HISTORIA

Quevedo (2008) cita que desde 1960, já existiam relatos da sua utilização da virtualização com o Time-Sharing-System (TSS) conhecido como compartilhamento de tempo. Por meio de um computador, vários usuários podiam acessá-lo simultaneamente. De acordo com Tanenbaum (2009) o primeiro sistema de virtualização desenvolvido foi criado pela IBM, o CP-67, um software para o grande e caro computador *mainframe* IBM 360/67, sendo estes os primeiros passos das virtualização.

Em 1965, Parziale (2007) apud Quevedo (2008) cita que um grupo de pesquisadores da IBM precisava fazer testes, então foi criada uma forma de dividir as máquinas. Dessa forma, essas máquinas gerenciavam seus próprios recursos, possibilitando os pesquisadores fazerem testes em diferentes condições de uso, sem alterar outras partes do sistema. Mas tudo isso demorou a ser lançado e a versão TSS/ 360, quando chegou, era um sistema robusto de funcionalidade.

Logo após o fracasso do TSS/360, no início dos anos 70, a IBM desenvolveu o CP/CMS, que logo depois ficou conhecido como VM/370. Tanenbaum (2009) cita que esse sistema pretendia juntar a multiprogramação e a máquina estendida, onde uma máquina virtual refletia exatamente o hardware verdadeiro.

Na década de 80, a virtualização perdeu um pouco a importância devido a popularização dos computadores pessoais, pois ficou mais barato ter um computador para cada usuário, do que fazer um grande e caro investimento em um sistema de grande porte. Mais tarde, na década de 90, com o surgimento da linguagem Java e uma maior funcionalidade do hardware, regressam os interesses pela virtualização.

Mas essa tecnologia só ganhou força pelo VMware, fundada em 1998, empresa responsável por tornar a virtualização mais conhecida. Após isso várias empresas criaram ferramentas de virtualização.

2.2 ARQUITETURAS DE COMPUTADORES

O hipervisor habilita a execução de vários Sistemas Operacionais em um Host. Sua função é criar máquinas virtuais e administrar os acessos aos sistemas operacionais convidados, bem como os recursos do hospedeiro. Entre os modelos que existem, são eles divididos em duas arquiteturas Tanenbaum (2009);

- Hipervisor do tipo 1, executado na camada de hardware, nesse caso o servidor se torna exclusivo para a virtualização.
- Hipervisor do tipo 2, executado na camada do Sistema Operacional, já nesse modelo é possível instalar outras ferramentas no servidor hospedeiro.

2.2.1 HIPERVISOR TIPO 1

Esse tipo de hipervisor é instalado diretamente no hardware, e as máquinas virtuais são instaladas sobre ele. Sua função é gerenciar as cópias do Host. Tanenbaum (2007) relata que esse tipo de hipervisor é o próprio sistema operacional, pois é o único sistema funcionando no modo núcleo. Este também é conhecido como VMM (Virtual Machine Monitor/Monitor de Máquina Virtual). Abaixo a figura 1 descreve esse tipo de hipervisor.

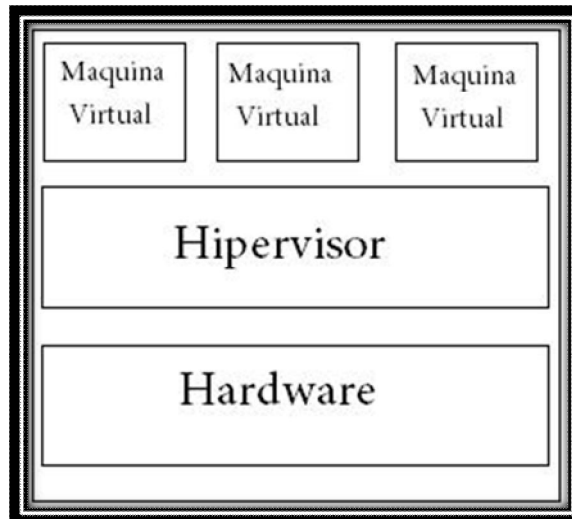


Figura 1. Hipervisor do tipo 1

2.2.2 HIPERVISOR 2

Nesse tipo, é preciso de um Sistema Operacional no instalado, ou seja, é um programa funcionando no Sistema Operacional, denominado Sistema Hospedeiro, já que está instalado no Sistema Operacional. Ele se mostra lento e não tem o mesmo desempenho que o tipo 1. A figura 2 retrata o hipervisor do tipo 2.

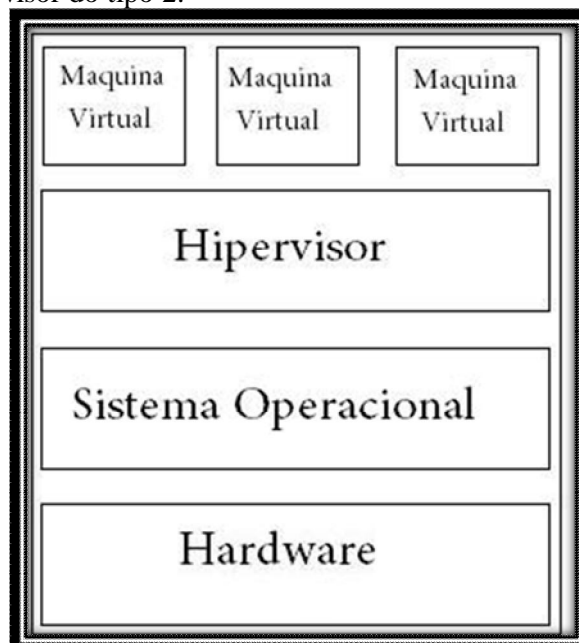


Figura 2- Hipervisor do tipo 2

2.3 FERRAMENTAS DE VIRTUALIZAÇÃO

Há diversas opções de ferramentas para a virtualização, desenvolvidas por grandes empresas como Microsoft, VMware e Sun Microsystems. A seguir são apresentadas algumas dessas ferramentas.

2.3.1. HYPER-V

O Hyper-V é uma ferramenta nova no mercado, sua primeira versão de acordo com o site do fabricante, foi apresentada em junho de 2008, e sua última e única atualização foi disponibilizada em outubro de 2009, o Hyper-V R2, com a tentativa da Microsoft de se equiparar com VMware. O Hyper-V já vem incluso no Windows Server 2008, sendo um hipervisor do tipo 2. Essa ferramenta é baseada em partições, onde é preciso ter uma partição “pai”, para ter acesso aos recursos físicos, para posteriormente serem criadas partições “filhas”, que não possuem o direito de acesso aos recursos físicos. Vale mencionar que também já existe no mercado uma versão que pode ser instalada diretamente no hardware.

2.3.2. VMWARE

Atualmente este é o sistema de virtualização mais difundido, possuindo diversas versões e entre elas algumas gratuitas. Desenvolvido pela VMware Inc, o VMware utiliza a técnica de reescrita binária, que realiza uma leitura nas instruções antes da execução, visando o melhor desempenho. Para garantir que não ocorra um acesso simultâneo de memória entre o sistema hospedeiro e o hospedado, a administração da memória é feita pelo sistema Guest.

O VMware é disponível para as plataformas Linux e Windows, tendo um bom desempenho em ambos. Sua instalação é simples e a migração de máquinas virtuais de Linux para Windows é fácil, sendo preciso somente fazer a cópia da pasta onde foi criada a máquina virtual para o outro sistema.

Possui uma interface para fazer a administração e a criação de máquinas virtuais, bem como a opção de acesso das máquinas virtualizadas pelo host remoto. Após as máquinas serem criadas, é possível alterar suas configurações. O VMware Server pode ser encontrado em diferentes versões, a seguir são apresentadas as principais:

- VMware Server ESX – versão para o uso em servidores de grande porte. Por ser mais robusta, é usado em aplicações profissionais para gerenciar máquinas virtuais. Possui sistema operacional próprio, executa diretamente sobre o hardware, sendo, portanto um hipervisor do Tipo 1. Suas principais características são o controle de recursos do servidor e sua camada entre o SO e o hardware.
- VMware Server GSX – destinada para aplicações profissionais de pequeno e médio porte. É gratuito, desde 12 de junho de 2006, e pode ser baixado diretamente no site do fabricante. É um hipervisor do Tipo 2, ou seja, é preciso que exista um sistema operacional para ser executado sobre ele. Permite que seja feito o compartilhamento de periféricos de entrada e saída, como drives de CD, USB e placas de redes, tem muitas das funções da versão Workstation, e é nessa versão que pode ser feito o gerenciamento remoto.
- VMware Workstation – indicada para aplicações comerciais em estações de trabalho, é adquirido por meio de licença e possui basicamente as mesmas características da versão GSX. Nessa versão existem guias para a criação de máquinas virtuais e clones de máquinas virtuais, facilitando sua implementação. Com esta é possível criar máquinas lógicas em dispositivos externos por meio de um software adicional.
- VMware Player - esta é a versão mais simples, podendo ser baixada no site do fabricante. Nessa versão pode somente executar as máquinas virtuais criadas por versões mais completas.

2.3.3. XEN

O Xen foi desenvolvido na Inglaterra, na Universidade de Cambridge, e é uma ferramenta usada em plataformas Linux, sua atual versão é a Xen 3. Ele faz uso do modelo de paravirtualização, que permite que o sistema hospedeiro interaja com a camada virtual. Para

isso é preciso realizar alterações no Sistema Operacional, para garantir a interação entre as duas camadas. Essa técnica gera uma melhor performance, já tais mudanças fazem com que a máquina lógica replique a física. Apesar das suas primeiras versões utilizarem seus próprios drives de dispositivo, suas atualizações tentaram reduzir o tamanho do hipervisor.

2.3.4. MICROSOFT VIRTUAL PC

Ferramenta de virtualização gratuita para virtualizar estações de trabalho da Microsoft. Exclusivamente usado em sistemas Windows, necessita de um sistema operacional para funcionar.

2.3.5. VIRTUAL SERVER

Semelhante ao Virtual PC, só pode ser instalado em sistemas Windows e também precisa de um sistema operacional. Possui uma interface de gerenciamento pela Web que só funciona no navegador Internet Explorer.

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA VIRTUALIZAÇÃO.

Atualmente tem-se falado muito na virtualização de servidores, mas finalmente, quais os benefícios que essa tecnologia pode trazer.

Com o advento da tecnologia, é possível reduzir o número de servidores e com isso, há uma maior economia em custos de gerenciamento, energia e cabeamento, gastos esses que estão cada vez mais elevados, que resulta em gastos não só para a empresa, mas também para o meio ambiente, com mais matéria prima retirada da natureza para criar esses produtos e também com o consumo de energia que impacta diretamente no meio ambiente.

De acordo com [Taurion](#) (2009) são usados de 5 a 10 por cento de processamento em um servidor durante sua utilização diária. A virtualização fará com que esse número aumente muito, ou seja, a virtualização forçará o uso do processamento, já que serão mais máquinas usando o mesmo espaço físico. Com isso, podemos chegar a conclusão do tamanho de benefícios que a virtualização pode trazer em relação a economia.

São muitas as vantagens e desvantagens acerca da virtualização. A cerca de desvantagens a primeira impressão que passa de uma tecnologia dessas é sua proporção de falhas, pois se e a única máquina usada para virtualização falhar, a perda será bem maior do que se acontecer em somente um servidor individual. Mas em pesquisas feitas os maiores problemas não acontecem devido a falhas de hardware, e sim no sistema. Com a virtualização o software que intercede é o hipervisor, que é bem mais simples que um sistema operacional, portanto, bem mais resistente a erros.

Uma grande vantagem é que com o uso de menos máquinas a economia em equipamentos de hardware é notada logo no começo. Sem contar com a economia de espaço físico e a redução do consumo de energia. Assim se pode notar que empresas que trabalham com centenas de computadores, têm um grande corte de custos.

As máquinas virtuais estão aumentando sua popularidade e tornando-se soluções para resolver problemas de compatibilidade de sistemas (Silberschtz 2009). Então, existe a possibilidade de usar vários programas de sistemas operacionais diferentes ao mesmo tempo, ou mesmo de versões mais antigas de um Sistema Operacional. Em relação a segurança, pode ser usadas diferentes tipos de ferramentas e o sistema operacional adequado para cada serviço.

Com a otimização da infra-estrutura para a virtualização, é possível colocar inúmeros servidores virtuais em somente um servidor físico, aumentando assim a economia.

Com a mudança para as máquinas virtuais, podem ser citados inúmeros benefícios, (MENEZES, 2008; TANENBAUM, 2009).

- Gerenciamento centralizado;
- Redução do meio físico, e com isso menos máquinas para refrigerar, resultando em economia de energia;
- Menos cabos e tomadas;
- Redução de suporte e manutenção;
- Economia do espaço físico;
- Disponibilidade, já que ao ocorrer falhas em um Sistema Operacional, os demais serviços não são prejudicados;
- Otimização do uso da CPU, as máquinas atuais estão com cada vez mais potência de memória e processamento, e às vezes numa máquina física, não é utilizada toda sua capacidade.
- Facilidade na portabilidade da máquina virtual para outro host em caso de falha de Hardware, por se tratar de único arquivo VHD (Virtual Hard Disk), onde fica toda a aplicação.

Entre outras questões sobre a virtualização de servidores, ainda pode ser citado a consolidação e a contenção de servidores, isto é, dois tipos de otimização de infra-estrutura:

- Consolidação de servidores - visa a máxima utilização do servidor.
- Contenção de servidores - visa a redução da necessidade de aquisição de futuros servidores.

Com a contenção conclui-se que ao precisar de um servidor, é somente necessário criar uma nova máquina virtual. Em relação, a consolidação, esta é refletida na realidade dos dados que são mostrados. Como a utilização de recursos de um servidor é somente de 4 a 15 por cento, no virtualizado esse número passa para 65 a 80 por cento de utilização (Kung 2009).

Siqueira (2008) afirma que a virtualização já é utilizada em 40% das empresas dos EUA, fala também que a economia em hardware pode chegar a 50% e a quase 80% nos custos operacionais.

Como fatores adversos da virtualização podem ser citados que os custos relacionados a sua implantação são altos. Isto porque essa tecnologia precisa de equipamentos de alto desempenho quanto a hardware, em virtude da demanda de serviços que serão recebidos. Outras desvantagens citados por Menezes (2008) e Tanenbaum (2009) seriam:

- Uso de espaço em disco, precisando de um HD de alto desempenho.
- Grande consumo de memória RAM
- Vulnerabilidade quanto a falhas de hardware, que se caso aconteça prejudicarão também as máquinas virtuais.

Porem, essas questões não são empecilhos para a virtualização, uma vez que esta vem ocupando seu espaço no mundo da tecnologia.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Indústria de Tempero Regina Ltda., localizada na cidade Mossoró, no estado Rio Grande do Norte, é destaque no Nordeste na produção de temperos e condimentos.

Instalada em uma área de 4000 m², possui equipamentos modernos para o seu setor. Seu setor de fabricação é totalmente automatizado, evitando contato manual com os produtos. Algumas das máquinas utilizadas no processo fabril foram projetadas dentro da própria empresa para se adequar ao seu ritmo de produção e ao alto grau de qualidade exigido pelo atual mercado consumidor.

4.2 SOLUÇÃO COM VIRTUALIZAÇÃO

Por meio dessa pesquisa, este estudo de caso demonstra a utilização da ferramenta de virtualização Hyper-V, mostra como ela pode ser utilizada para trazer benefícios a infraestrutura de tecnologia dessa organização e também as desvantagens dessa tecnologia ao ser aplicada a Indústria de Tempero Regina Ltda.

A idéia de usar a virtualização de servidores surgiu quando a empresa adquiriu um sistema de Pré-venda e *Trade Marketing*. Por meio de dispositivos móveis, os vendedores enviariam os dados coletados em campo, facilitando o processamento dessas informações em seus servidores. Esse sistema foi adquirido por meio de uma empresa especializada na área de desenvolvimento e comercialização de sistemas para dispositivos móveis. No entanto, seria preciso um servidor para realizar a comunicação com o servidor da empresa.

Logo, foi analisado o espaço e o processamento que essa máquina necessitaria. Pensando nisso, e na necessidade de se ter outros servidores, foi escolhida a virtualização, buscando por meio dessa técnica, aprimorar os seus recursos computacionais e alcançar os benefícios já conhecidos.

Com a aquisição de uma máquina mais robusta, foi implementado por meio do Windows Server 2008 Enterprise, a ferramenta de virtualização, o Hyper-V, que já vem alocada no próprio sistema operacional, nesse caso é um hipervisor do Tipo 2. Ao comprar a licença do servidor, o Hyper-V fornece quatro licenças para máquinas virtuais. Para criação de mais máquinas virtuais seria preciso comprar licenças integrais para cada máquina virtualizada. No caso da empresa foram criadas três máquinas virtuais nesse servidor, sendo somente necessário comprar a licença do Windows Server.

A primeira máquina criada foi o Webservice, usada para a comunicação entre os servidores do Tempero Regina e o servidor alocado no DataCenter pertencente a empresa contratada para prestar serviços de dispositivos móveis. Os dois servidores são sincronizados através de componentes que permitem às aplicações enviar e receber dados em formato XML. Cada aplicação pode possuir a sua própria "linguagem", que é traduzida para uma linguagem universal, o formato XML. Essa é uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes. Com esta tecnologia é possível que novas aplicações possam interagir com aquelas que já existem e que sistemas desenvolvidos em plataformas diferentes sejam compatíveis.

O segundo servidor foi criado para fazer as atualizações do Windows das 80 máquinas existentes na empresa, usando a ferramenta gratuita Wsus (Windows Server Update Services) da Microsoft. Ela permite que o administrador da rede, faça as atualizações de quase todos os produtos Microsoft. [A ferramenta baixa](#) as atualizações do site [Microsoft Update](#) e em seguida, distribui para os demais computadores da rede.

Por fim, o terceiro servidor virtualizado foi o servidor de backup ERP Protheus 10, utilizado para executar rotinas nos módulos que compõem o sistema ERP, como atualizações e

patches, a fim de evitar problemas nos ambientes de produção. Isto porque não pode ser feito no seu próprio servidor físico em virtude dessas atualizações terem probabilidade de virem com erros.

Um fator importante na decisão de utilizar a virtualização foi a facilidade oferecida para instalação e operação das máquinas virtuais. Especificamente no quesito backup, já que a técnica de virtualização propõe o uso de um único arquivo VHD (Virtual Hard Disk), formato próprio da ferramenta Hyper-V. Local que fica contido todo sistema operacional (Guest) e a própria aplicação, onde basta fazer o backup do arquivo VHD, possibilitando em poucos minutos realizar a recuperação do sistema ou trocar a máquina virtual de host. A seguir, nas tabelas 1 e 2, são apresentadas a descrição das características dos servidores virtuais criados no servidor (Host) e a descrição do servidor físico.

Tabela 1. Servidores Virtualizados

Um único hardware foi virtualizado em:		
Servidor Windows 2008 Enterprise	Servidor Windows 2008 Enterprise	Servidor Windows 2008 Enterprise
WebService (tomcat)	Wsus (sistema de atualização desktop)	Servidor de backup ERP Protheus 10

Tabela 2. Características do servidor

Produto	Servidor PowerEdge T310 Chassis para até 4 discos cabeados e Quad Pack LED Diagnostics
Memória	Memória 8GB 4x2GB 1333MHz Dual Ranked UDIMM
Processador	X3430 Xeon Processor, 2.4 GHz 8M Cache, Turbo
Placa de Vídeo	PowerEdge T310 Heatsink
Unidade de Disco Rígido	Disco rígido SATA de 500GB 3.5in 7K cabeado
Sistema Operacional	Sem sistema operacional
Placa de Rede	Placa de rede dual on-board, sem TOE
Modem	Informativo BMC
Unidade de CD ou DVD	SATA Optical Drive Cable for PowerEdge T310
Serviço	Suporte Básico a disco rígido SATA - 1 ano

A empresa já possuía uma estrutura física, composta por rede cabeada, switches gerenciáveis, hack, sendo necessário apenas adquirir o seguinte software e máquina, como mostrados na tabela 3.

Tabela 3. Custos

Item	Qtd	Produto	Valor Total. (R\$)
1	1	Microsoft Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition - Open	R\$ 6.300,00
2	1	Servidor PowerEdge T310	R\$ 4.200,48

4.3 Conclusão

Nesse artigo foi analisado os benefícios e as desvantagens de se implantar a virtualização. Os resultados da implantação na Indústria de Tempero Regina Ltda são apresentados logo abaixo.

- Diminuição de espaço físico no rack: Com estes servidores virtualizados foi livrado espaços que seriam utilizados por máquinas físicas, ou seja, uma redução 66% de espaço livre, pois ao invés de 3 máquinas funcionando, somente uma esta a ocupar o espaço.
- Redução de consumo de energia: foi reduzido 3 fontes de 375watts, para 1 fonte de 375watts funcionando, ou seja, uma redução de, aproximadamente, 66% no consumo de energia.
Diminuição na dissipação de calor: somando-se os 3 servidores, foi substituído o total de, aproximadamente, 6000BTU/h, por somente um servidor, que consome, aproximadamente, 2000BTU/h. E com isso conseguimos uma redução de pouco mais de 66%.
- Diminuição na compra de licenças: ao invés de ser preciso adquirir 3 licenças, foi necessário somente a compra de 1 licença para o servidor.

As vantagens encontradas com o uso da virtualização foram a constatação de redução do espaço físico, diminuição do consumo de energia, de licenças a serem compradas e diminuição do desperdício de processamento da máquina, pois boa parte estaria ociosa. A facilidade de transferência de máquinas virtuais é um forte aliado na área de contingência, onde permite, em caso de falha do host, a rápida mudança para outro espaço físico. O gerenciamento centralizado trouxe agilidade, além de benefícios futuros, evitando a compra, se preciso de outros servidores, pois o servidor físico pode suportar uma maior quantidade de máquinas virtuais.

Apesar das vantagens da virtualização, é preciso planejamento. Calcular os riscos e os benefícios, e não somente a redução de custos. Afinal, todo projeto é único e tem suas particularidades.

As desvantagens encontradas durante a pesquisa foram os riscos a falhas de hardware, que é um ponto negativo quando se trabalha com arquiteturas centralizadas, pois existem sempre possibilidades de problemas ao se tratar de somente uma máquina ter a responsabilidade de controle das demais. Podendo causar falhas nas demais máquinas em caso de erro nessa máquina principal. Mas nesse caso da Indústria de Tempero Regina Ltda, a possibilidade de implantação foi muito bem vista pelo administrador, visto os benefícios alcançados com a virtualização, conforme apresentados nos trabalhos relacionados, sendo,

portanto uma arquitetura atrativa e que traz vários benefícios, mas também está sujeita a falhas.

A Implantação da virtualização tem que ser definida avaliando e ponderando seus riscos e vantagens. Portanto, para implementar a virtualização, deve ser feito um projeto, avaliando todas essas questões. Lembrando que esta é uma área que está em desenvolvimento e que novos produtos estão surgindo a todo momento.

5. REFERÊNCIAS

- “Hyper-V-Server”, disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/servidores/hyper-v-server/default.msp>> acesso em 01 maio 2011.
- Machado, F. B e Maia, L. P.** (2007) “Arquitetura de sistemas operacionais”, Editora LTC, 4ª Ed. p.324.
- Menezes, Diogo Ferrazani Mattos,** (2008) Virtualização, Centro de Tecnologia - DEL, Universidade Federal do Rio de Janeiro. [Trabalho de Conclusão de Curso]
- Palestra sobre “Cloud computing”, proferida por **Fábio kung**, na Campus party em 2010
- QUEVEDO, Deoclides.** “Virtualização: Conceitos, Técnicas Aplicadas e um Comparativo de Desempenho entre as Principais Ferramentas Sem Custo de Licenciamento”, Joinville: SOCIESC, 2008/2. [Trabalho de Conclusão de Curso]
- Silberschatz, A., Galvin, P. B. e Gagne, G.** (2004) “Fundamentos de sistemas operacionais”, Editora LTC, 6ª Ed.
- Siqueira, E.** (2008) “Para compreender o mundo digital”, Editora Globo livros. p.224, CBN. 1ª Ed.
- Tanenbaum, A. S.** (2009) “Sistemas operacionais modernos”, Editora Pearson, 3ª edição. p.654.
- Tanenbaum, A. S. e Steen M. V.** “Sistemas distribuídos” (2007), Editora Pearson, 2ª edição. p.382.
- Taurion, C.,** “Cloud computing: Computação em nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação” (2009), Editora Brasport. 2009. p.211
- “Virtual PC” disponível em: <<http://www.microsoft.com/windows/virtual-pc/default.aspx>> acesso em 22 maio 2011.
- “VMware: Virtualization, virtual machine & virtual server consolidation.”, disponível em: <<http://www.vmware.com/>> acesso em 02 maio 2011.
- “Xen – The art of virtualization.”, disponível em: <<http://www.xensource.com>> acesso em 02 maio 2011.