

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

JANDIR KLEIN

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE REDE DE MÁQUINAS
VIRTUAIS

Novo Hamburgo, novembro de 2008.

JANDIR KLEIN

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE REDE DE MÁQUINAS
VIRTUAIS

Centro Universitário Feevale
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Curso de Ciência da Computação
Trabalho de Conclusão de Curso

Professor Orientador: Vandersilvio da Silva

Novo Hamburgo, novembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial: Aos amigos e às pessoas que convivem comigo diariamente, minha gratidão, pelo apoio emocional nos períodos mais difíceis do trabalho. Enfim, agradeço a Deus por ter me ajudado a superar mais essa etapa na minha vida.

RESUMO

Com o constante crescimento do número de servidores em data centers, e a escassez dos recursos necessários para manter os mesmos em pleno funcionamento, muitas empresas estão sendo obrigadas a procurarem soluções para esse problema. A saída adotada pela maioria delas é a de consolidar servidores para a implementação da Virtualização. A Virtualização consiste basicamente na inserção de uma camada extra de software entre o sistema físico e o sistema operacional, que dessa forma pode executar vários sistemas operacionais sobre o mesmo hardware, através dessa camada extra de software, que é conhecida como Monitor de Máquinas Virtuais (MMV). Nota-se que a virtualização está em pleno crescimento, pois a mesma já é usada por grande parte das empresas, mesmo que não seja na sua totalidade de aplicações. Observa-se também que ainda tem alguns pontos em que ela deixa dúvidas, como por exemplo, no fator de desempenho de fluxo de rede. Este trabalho consiste em propor três cenários de teste, nos quais dois utilizando máquinas virtuais, os mesmos tendo sua interface de rede monitorada para que seja possível a obtenção de dados de vazão para análise e comparação.

Palavras Chave: Virtualização, Monitor de Máquinas Virtuais (MMV), Desempenho de Fluxo de Rede.

ABSTRACT

With the constant growth in the number of servers in data centers, and lack the resources to maintain them in full operation, many companies are being forced to seek solutions to this problem. The output adopted by most of these is to consolidate servers for the implementation of virtualization. The virtualization consists in the insertion of an extra layer of software between the physical system and operating system, so it can run multiple operating systems on the same hardware, through this extra layer of software, known as the Virtual Machine Monitor (VMM). Note that the virtualization is in full growth, because it is already used by most businesses, even if not in full of applications. There is also still have some points where it leaves doubts, for example, factor in the performance of network flow. This work is to propose three scenarios to test, in which two virtual machines using the same with its network interface monitored in order to obtain the flow of data for analysis and comparison.

Keywords: Virtualization, Virtual Machine Monitor (MMV), Performance Flow Network.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Estrutura clássica de um sistema virtualizado.....	16
Figura 1.2 - Recursos de hardware que são virtualizados.....	17
Figura 1.3 - Estrutura da virtualização completa.....	21
Figura 1.4 - Estrutura da virtualização completa.....	22
Figura 1.5 - Monitor de máquinas virtuais do Tipo I.....	25
Figura 1.6 - Monitor de máquina virtual do tipo II.....	26
Figura 2.1 - Particionamento de servidor físico.	30
Figura 2.2 - Software VMware Server.....	31
Figura 2.3 - Console do VMware com o sistema operacional Debian.	32
Figura 2.4 - Estrutura da paravirtualização, usada pelo Xen.....	33
Figura 2.5 - Tela de configuração do Xen no qual usa o conceito da paravirtualização.	34
Figura 2.6 - Tela de gerenciamento das máquinas virtuais implementadas com o Xen.....	35
Figura 2.7 - Exemplo de estrutura na instalação do Virtual Server.....	36
Figura 2.8 – Console do configuração do Virtual Server 2005.....	37
Figura 2.9 – Tela de instalação de sistema operacional com a ferramenta Qemu.....	39
Figura 3.1 - Tela Iptraf onde aparecem as conexões.	40
Figura 3.2 - Tela Iptraf mostrando os resultados do monitoramento da rede.	41
Figura 4.1 - Diagrama onde o Iperf está instalado em uma máquina Linux e Windows.....	44
Figura 4.2 - Tela do Iperf em modo cliente.....	45
Figura 4.3 - Tela Iperf em modo server.	45
Figura 6.1 – Cenários de teste.	50
Figura 7.1 - Modelo de simulação.	53
Figura 7.2 - Comparativo de vazão das amostragens.	56
Figura 7.3 - Comparativo de dados transmitidos.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Indicadores a serem usados para estudo de performance de rede.	47
Tabela 7.1 – Dados coletados no primeiro cenário de teste	54
Tabela 7.2 – Dados coletados no segundo cenário de teste	55
Tabela 7.3 – Dados coletados no terceiro cenário de teste.....	55
Tabela 7.4 – Tabela comparativa da vazão em Kbits /s dos cenários testados.	55
Tabela 7.5 – Tabela comparativa de KBytes transmitidos em 300 segundos	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD-ROM	Unidade de leitura de CD
CPU	Central Processing Unit
DNS	Domain Name Service
E/S	Entrada e Saída
FAT-32	File Allocation Table 32 Bits
GPL	General Public License
HD	Hard Disk
IP	Internet Protocol
ISO	Extensão de Arquivos de Imagem
JIT	Just-in-time
JVM	Java Virtual Machine
KVM	Kilobyte Virtual Machine
LGPL	Lesser General Public License
MMV	Monitor de Máquina Virtual
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System
MSS	Maximum Segment Size
MTU	Unidade Máxima de Transmissão
MUI	Multilingual User Interface
NTFS	NT File System
PC	Computador Pessoal
RAM	Random Access Memory
SMP	Serviço Móvel Pessoal
SO	Sistema Operacional
SSH	Secure SHell
TCO	Total Cost of Ownership

TCP	Transmissão Control Protocol
TCP/IP	Transmissão Control Protocol / Internet Protocol
TI	Tecnologia da Informação
TSS	Time Sharing System
UDP	User Datagram Protocol
USB	Universal Serial Bus
VGA	Vídeo Graphics Adapter
VM	Virtual Machine
VMM	Virtual Machine Monitor
VNC	Virtual Network Computing

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1 VIRTUALIZAÇÃO	16
1.1 O Surgimento e a evolução da virtualização	18
1.2 Formas de virtualização.....	19
1.2.1 Virtualização de hardware.....	19
1.2.2 Virtualização do sistema operacional	20
1.2.3 Virtualização de linguagens de programação.....	20
1.3 Técnicas de virtualização.....	20
1.3.1 Virtualização completa ou total.....	20
1.3.2 Paravirtualização.....	21
1.3.3 Recompilação dinâmica	22
1.4 Uso e aplicações.....	23
1.5 Máquina virtual (VM) e seu funcionamento.....	24
1.5.1 Definição	24
1.5.2 Funcionamento	25
1.6 Vantagens e desvantagens da virtualização	26
1.6.1 Vantagens	26
1.6.2 Desvantagens.....	27
2 FERRAMENTAS PARA VIRTUALIZAÇÃO.....	29
2.1 VMware Server	29
2.1.1 Definição	29
2.1.2 Características.....	30
2.1.3 Funcionamento do VMware Server.....	31
2.2 Ferramenta Xen.....	33
2.2.1 Definição	33
2.2.2 Características.....	34
2.2.3 Funcionamento do Xen	35
2.3 Virtual Server.....	36
2.3.1 Definição	36
2.3.2 Características.....	36
2.3.3 Funcionamento do Virtual Server.....	37
2.4 Qemu	38
2.4.1 Definição	38
2.4.2 Características.....	38
2.4.3 Funcionamento do Qemu	38

3 FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DE REDE.....	40
3.1 Ferramenta Iptraf.....	40
4 FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO DE DADOS	43
4.1 Ferramenta Iperf.....	43
4.1.1 Configuração padrão cliente/ servidor:.....	44
5 MÉTRICAS PARA COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	47
6 ESPECIFICAÇÕES DOS CENÁRIOS PARA EXPERIMENTOS	49
6.1 Hardware e software utilizados.....	49
6.2 Cenários de teste	50
7 EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	53
7.1 Execução dos experimentos.....	53
7.2 Coleta de dados	54
7.3 Análise dos resultados	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

INTRODUÇÃO

Hoje é fato que a maioria dos executivos na área de TI se preocupa com as questões de consolidar e simplificar suas operações junto a seus data centers, conseguindo dessa maneira diminuir os custos e reduzir o tempo pra fazer manutenção nos servidores. Outra preocupação, segundo (2007) para os próximos três anos, é que metade dos data centers não terão energia e refrigeração suficientes para suportar o alto número de equipamentos de alta densidade que hospedam (CAPPUCCIO, 2007).

Para evitar essa situação, uma das saídas é a Virtualização, onde existe a capacidade de multiplexação de diversos sistemas operacionais sobre um mesmo hardware permitindo um aproveitamento mais racional dos recursos disponíveis, provendo economia, flexibilidade, segurança, gerenciabilidade de sistemas de software e um bom isolamento de falhas (VMWARE INC., 2007). Para este fim, é introduzida uma camada de abstração, a qual permite a criação de múltiplas instâncias lógicas, cada qual de posse de uma fração da totalidade dos recursos de uma instância física, ou ainda, a criação de uma única instância lógica a partir de múltiplas instâncias físicas (SMITH e NAIR, 2005) (BARHAM, DRAGOVIC, 2003).

Quando um sistema computacional de propósito geral é virtualizado, é necessário um componente de gerenciamento, denominado monitor de máquinas virtuais (MMV), o qual consiste de uma camada de software que provê uma interface entre os recursos reais e as máquinas virtuais, fornecendo uma abstração de tais recursos para as mesmas (ROSE, 2004). Essencialmente o MMV virtualiza a CPU, o sistema de gerenciamento de memória e o sistema de entrada/saída (E/S).

No entanto, muitos diretores de TI, têm dúvidas em relação à virtualizar seus Servidores, pois tem receio que a desempenho dos mesmos não será o igual num ambiente Virtualizado. Principalmente quando se trata de serviços que precisam ter alta performance, (ROSE, 2004).

Hoje existem vários tipos de softwares para implementar a Virtualização, os ambientes mais usados nas Máquinas Virtuais são o VMware e o Xen. O VMware é a Máquina Virtual para plataforma x86 de uso mais difundido, provendo uma implementação completa da interface x86 ao sistema convidado, é um ambiente virtual que permite a instalação e utilização de um sistema operacional dentro de outro dando suporte real a software de outros sistemas operacionais. Usando este software de virtualização, é possível usar um ou mais sistemas operacionais simultaneamente num ambiente isolado, emulando computadores virtuais dentro de um computador físico que pode rodar um sistema operacional totalmente distinto, este é muito usado em centros de dados, pois permite criar redundância e segurança adicional sem recorrer a tantas máquinas físicas e distribuindo e aproveitando melhor os recursos das máquinas hospedeiras, um dos únicos problemas do VMware e a falta de suporte para algumas versões de Linux, (LAUREANO, 2006).

O Xen por sua vez, é uma plataforma de virtualização livre para as arquiteturas x86, x86-64, IA-32, IA-64 e PowerPC, a grande diferença de ele rodar a Máquina Virtual mais próximo do hardware. Ele utiliza um conceito chamado paravirtualização, onde o sistema operacional roda dentro da máquina virtual e tem a ilusão de estar sendo executado diretamente sobre o hardware. O Xen se encarrega de organizar as requisições feitas pelas máquinas virtuais e repassá-las ao sistema principal. Ele se limita a repassar as instruções, sem interpretá-las como faria um emulador, o que causa uma diminuição de desempenho muito pequena. (CAMONA, 2008).

A escolha da ferramenta certa para o uso da Virtualização é determinante uma vez que existe uma grande variedade no mercado, cada uma com suas peculiaridades, seus prós e contras (CAMONA, 2008).

A proposta de trabalho a ser desenvolvido irá demonstrar um experimento, no qual uma Máquina Virtual deverá ser implementada num servidor, onde será apresentado um cenário de simulação de tráfego de dados pela rede virtual através de software Iperf. Esse

tráfego também receberá o monitoramento de outro aplicativo chamado Iptraf, que deverá registrar o desempenho obtido pela rede virtualizada.

Com base neste cenário proposto, será desenvolvido um ambiente de teste onde irá se definir:

- 1) qual a ferramenta que deverá ser usada para a instalação de Máquina Virtual;
- 2) os requisitos de hardware necessários;
- 3) o software de monitoramento a ser utilizado.

Também especificaremos métrica de avaliação e comparação dos resultados obtidos.

A grande motivação para este trabalho é a possibilidade da criação de cenários no qual se possa avaliar o desempenho de rede de máquinas virtualizadas para profissionais da área de TI que tem algum tipo de dúvida em relação a isso. A partir destes cenários se obterá resultados para comparação dos experimentos.

Este trabalho está dividido em sete capítulos. No primeiro capítulo é feita uma abordagem sobre a Virtualização.

No capítulo dois é realizada uma abordagem das principais ferramentas de Virtualização existentes.

O terceiro capítulo apresenta uma ferramenta que será usada para o monitoramento do fluxo de tráfego pela rede.

No capítulo seguinte, apresenta-se outra ferramenta para fazer a simulação de tráfego de dados pela rede.

No quinto capítulo, são definidas as métricas de comparação do experimento que será desenvolvido.

O sexto capítulo descreve os cenários utilizados nos experimentos, assim como hardware e software que foram utilizados na sua execução.

No sétimo e último capítulo é demonstrado a forma de execução dos experimentos, bem como a coleta dos dados, sendo que a análise dos dados está presente na última parte deste capítulo.

1 VIRTUALIZAÇÃO

O conceito Virtualização tem inúmeros significados, mas o grande foco é de virtualizar servidores para hospedar vários sistemas operando independentemente, em um único computador como base (2006). Pode-se afirmar que numa definição simplificada, a virtualização é um processo que, através do compartilhamento de hardware, permite a execução de inúmeros sistemas operacionais em um único equipamento. Segundo (2006) cada máquina virtual criada neste processo é um ambiente operacional completo, seguro e totalmente isolado como se fosse um computador independente. Com a virtualização, um único servidor pode armazenar diversos sistemas operacionais em uso. Isto permite que um data center opere com muito mais agilidade e com um custo mais baixo. A Figura 1.1 abaixo ilustra a estrutura clássica e um sistema virtualizado (LAUREANO, 2006).

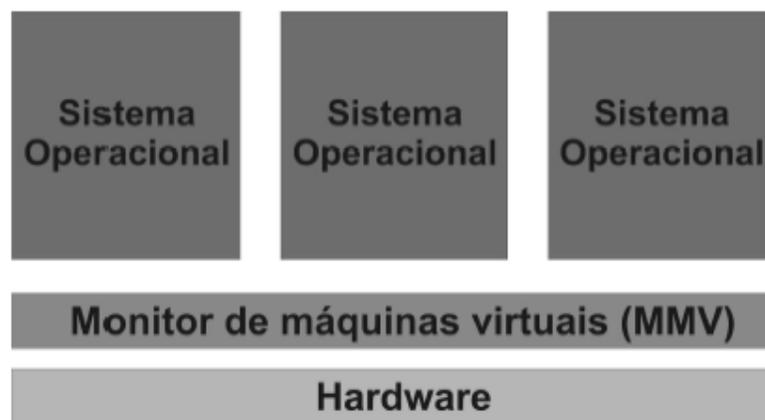


Figura 1.1 - Estrutura clássica de um sistema virtualizado.

Fonte: (SCHMIDT, Hoff Adler, 2008, p. 5)

Para tornar mais amplo esse conceito, para (2008), é importante aprofundar o entendimento de como os ambientes computacionais são independentes um dos outros. Além do hardware do servidor que hospeda os sistemas virtualizados, esses ambientes virtuais não têm nada mais em comum. Não existe interdependência entre os sistemas virtuais nem regras

que restringem qual sistema pode usar em um ambiente virtual. Para que seja possível a instalação do Sistema Operacional numa Máquina Virtual, o mesmo somente precisa de um requisito, que é da possibilidade de instalar o mesmo numa máquina real. Este servidor pode hospedar vários sistemas operacionais, sejam eles iguais, similares ou completamente diferentes. Os sistemas operacionais virtualizados são independentes entre si (CAMONA, 2008).

Para Laureano (2006, p.24), qualquer hardware pode ser virtualizado. Para fazer isso, é necessário apenas de um software especial desenvolvido para igualar ou superar o ambiente físico. O mesmo deverá simular o hardware, de forma que o sistema operacional é instalado sobre esse software.

Como já citado anteriormente, existem diversos pacotes de software para máquinas virtuais, porém o mais popular é indiscutivelmente o VMware e o XEN.

Apesar de ter apenas um servidor físico, com a virtualização não fica restrito a apenas um sistema operacional, um conjunto de aplicações ou um nome de servidor. Porém, existe um limite para o número de máquinas virtuais que podem ser instaladas em um servidor (CAMONA, 2008).

Para Ossamu (2007, p73) a Virtualização traz flexibilidade para a gestão dos servidores, e a mesma veio para ficar. A Figura 1.2 ilustra os recursos de hardware que são virtualizados em máquinas virtuais.



Figura 1.2 - Recursos de hardware que são virtualizados.

Fonte: (VMWARE, 2008).

Com a Virtualização é possível compartilhar um conjunto de recursos apenas até que eles se esgotem ou que as partes não ofereçam capacidade suficiente. A única restrição para o número de máquinas virtuais é definida pelos limites de memória, espaço em disco e poder de processamento da CPU oferecidos a elas. Qualquer computador que espera hospedar uma ou mais máquinas virtuais deve possuir recursos não apenas para o hospedeiro como também para acomodar os sistemas convidados. Se o servidor não tem grande volume de espaço em disco, não se poderá oferecer aos sistemas operacionais convidados recursos de armazenamento adequados para seu funcionamento. Se o computador hospedeiro não apresenta memória ou poder de processamentos suficientes, o sistema operacional convidada sofrerá baixo desempenho (CAMONA, 2008).

1.1 O Surgimento e a evolução da virtualização

A Virtualização tem sua origem da década de 60, quando a IBM implementou e desenvolveu as máquinas virtuais. Na época, tinha-se o propósito de utilizar de forma simultânea os caríssimos equipamentos mainframe.

Segundo Laureano (2006), por volta de 1965, quando um grupo de pesquisadores da IBM, tentava avaliar os conceitos emergentes do TSS (*Time Sharing System*). Eles necessitavam de um meio para realizar avaliações e testes. Foi então desenvolvida, no IBM Yorktown Research Center, uma forma de dividir as máquinas em partes menores. Estas, por sua vez, tinham a capacidade de fazer o gerenciamento dos seus próprios recursos. Desta forma, os pesquisadores podiam efetuar, de forma simultânea, os seus testes nas mais diversas condições de uso. Isso tudo, sem alterar as outras partes que se encontravam no sistema. Porém, a versão oficial do TSS, o TSS/360, chegou tarde e era um sistema muito grande e pesado, pois consumia muitos recursos do computador.

[...] o mainframe IBM do modelo 67 de System/360™, virtualizava todas as relações de sistemas através do monitor virtual da máquina, ou VMM. Nos dias atuais da computação, o sistema operacional foi chamado o supervisor. Com a habilidade de funcionar em diversos sistemas operacionais, o que resultou no termo hypervisor (CREASY, 1981).

Depois da tentativa fracassada provocada pelo seu fraco desempenho, conforme Mattos (2008, p.2), a IBM criou e desenvolveu, no início dos anos 70, um sistema operacional radicalmente diferente. Este sistema foi originalmente chamado de CP/CMS e posteriormente de VM/370. A sua essência era completar separadamente as duas principais

funções que o sistema de TTS podia fornecer: multiprogramação e máquina estendida. O núcleo do sistema era o Virtual Machine Monitor que proporcionava a multiprogramação e a criação de máquinas virtuais. Diferente dos outros sistemas operacionais, cada máquina virtual era uma cópia exata do hardware verdadeiro, incluindo modo núcleo e modo usuário, interrupções e tudo mais que uma máquina real teria.

Atualmente a virtualização, que é tão conhecida e difundida em servidores de plataforma x86, na qual tem a sua origem e seus conceitos diretamente relacionados a estas descobertas e pesquisas da IBM.

Segundo (2006), a tecnologia como conhecemos hoje, vem sendo preparada desde os anos 90, mas ganhou a grande massa pelas mãos da VMware, que é empresa responsável pelo bom desempenho desta tecnologia, que foi fundada em 1998. É comum falar de virtualização de aplicações, de desktops e de storage. Isso evidencia os inúmeros benefícios que a palavra “virtualização” nos traz (ANDRADE, 2006).

1.2 Formas de virtualização

Para (2006), os *softwares* podem ser utilizados para fazer os recursos parecerem diferentes do que realmente são, e essa capacidade é chamada de virtualização. Ela nada mais é do que a interposição do *software* (Máquina Virtual) em várias camadas do sistema. Ela consiste em dividir os recursos de hardware em múltiplos ambientes de execução (LAUREANO, 2006).

Existem três formas de virtualização:

- 1) virtualização do *hardware*
- 2) virtualização do sistema operacional
- 3) virtualização de linguagens de programação.

1.2.1 Virtualização de hardware

Nessa forma, o sistema exporta o sistema físico como uma abstração do *hardware*. Esse foi o primeiro modelo adotado na década de 60 para o VM/370 nos mainframes da IBM. Agora também utilizada pela VMware para plataforma x86.

1.2.2 Virtualização do sistema operacional

Aqui a virtualização exporta um sistema operacional como abstração de um sistema específico. A máquina virtual roda aplicações de um Sistema Operacional específico.

1.2.3 Virtualização de linguagens de programação

Nesta modalidade, a camada de virtualização cria uma aplicação no topo do sistema operacional. As máquinas virtuais nessa categoria são desenvolvidas para computadores fictícios projetados para uma finalidade específica. A camada exporta uma abstração para a execução de programas escritos para essa virtualização.

1.3 Técnicas de virtualização

Conforme (2006), existem várias técnicas de Virtualização, mas as principais são: Virtualização Completa, Paravirtualização e Recompilação Dinâmica. Essas técnicas são detalhadas nos subtópicos seguintes (LAUREANO, 2006).

1.3.1 Virtualização completa ou total

Chamada de Virtualização completa (*full virtualization*) ou total, nela toda uma infra-estrutura do hardware subjacente é virtualizada (Figura 1.3), de forma que não é necessário modificar o sistema operacional convidado para que o mesmo execute sobre o VMM. Podem ocorrer, entretanto, penalidades em relação ao desempenho da máquina virtual, uma vez que já que o hardware é virtualizado, as instruções devem ser interpretadas pelo VMM. Uma desvantagem dessa técnica na arquitetura x86 é que a mesma não foi projetada tendo em vista a virtualização, mas sim teve uma evolução a partir de versões anteriores. Assim, algumas instruções privilegiadas que executam em modos diferentes (modo usuário ou modo supervisor) podendo assim, gerar resultados diferentes dependendo do modo que são executadas. (TADEU, 2008, p. 14).

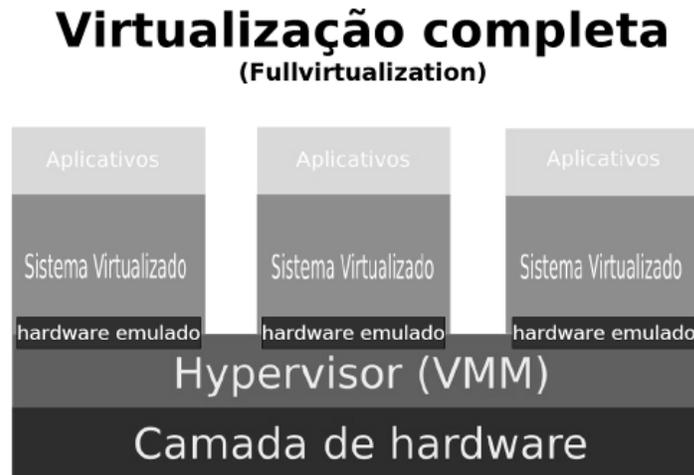


Figura 1.3 - Estrutura da virtualização completa.
Fonte: (IKE, 2008, p. 9)

1.3.2 Paravirtualização

A paravirtualização é uma alternativa à completa, nesse modelo de virtualização do sistema operacional que está sendo emulado apresentado uma arquitetura virtual que é similar, mas não idêntica à arquitetura física real (IKE, 2008, p.10). Essa solução aumenta a performance das máquinas virtuais que a utilizam (Figura 1.4). Entretanto, são necessárias modificações nos sistemas operacionais “convidados”, que executam na atual arquitetura x86. Ainda assim, as mudanças necessárias nos sistemas convidados devem ser passíveis de implementação, o que já é implementado nas versões mais recentes do Linux (BARHAM, 2003). Recentemente, a Microsoft anunciou uma parceria com a companhia XenSource para que versões futuras do Windows Server, através de virtualização, possam executar distribuições Linux que utilizam o Xen como VMM (MICROSOFT, 2006). Isso mostra que a modificação do sistema operacional convidado é possível de ser feita com um esforço não tão grande a ponto de impactar substancialmente na evolução de SOs já consolidados no mercado.

Paravirtualização (Paravirtualization)



Figura 1.4 - Estrutura da virtualização completa.
Fonte: (IKE, 2008, p. 9)

1.3.3 Recompilação dinâmica

Também conhecida pelo nome de tradução dinâmica (*dynamic translation*), consiste em traduzir durante a execução de um programa as instruções de um formato para outro. Uma aplicação da técnica é vista em compiladores JIT (*just-in-time*), que traduzem de uma linguagem *bytecode* para código nativo da CPU onde o compilador executa. A recompilação ou tradução é feita em 7 passos, descritos em Andrade, (2006, p.51).

Em um primeiro momento, o código binário é escaneado para que seja identificado uma seqüência de bits correspondente à seção de código do programa em execução. Logo após esse passo, os bits agrupados anteriormente são divididos em instruções, juntamente com os parâmetros delas. Então, as instruções são transformadas para uma representação mais próxima da máquina nativa. Um código em uma linguagem de alto nível é gerado a partir da representação anterior, código esse que é compilado e reescrito na linguagem nativa. Assim, temos uma seqüência de bits agora executável no hardware nativo.

Para Bellard (2005, p.42), emuladores como o QEMU utilizam essa técnica para aumentar seu desempenho. Outro que também utiliza o mesmo princípio, o VMware Workstation, recompilando apenas parte do código, uma vez que boa parte dele pode executar

nativamente. No VMware Workstation, apenas instruções que não podem ser executadas diretamente são recompiladas (LAUREANO, 2006).

1.4 Uso e aplicações

O uso da Virtualização está bastante difundida, não somente na aplicação em servidores, mas podendo ser aplicada em muitos outros cenários práticos. Segundo (ANDRADE, 2006, p.20), alguns deles são:

- Ensino e Aprendizagem – onde máquinas virtuais podem ser usadas no ensino de sistemas operacionais, bem como na aprendizagem do funcionamento deles. Uma VM pode ser facilmente substituída por outra VM caso ocorra algum erro durante o uso da mesma;

A consolidação de servidores consiste em usar uma máquina física com diversas máquinas virtuais, sendo uma para cada servidor. Essa nova abordagem garante o isolamento dos servidores e apresenta as vantagens de aumentar a taxa de utilização de servidores, reduzir os custos operacionais, criar ambientes mais flexíveis e reduzir custos de administração de TI. O ponto mais importante da consolidação de servidores é o melhor aproveitamento dos recursos, já que se existem n servidores com uma taxa de utilização x , tal que $x < 100\%$, é menos custoso e mais vantajoso consolidar os n servidores em apenas um, com taxa de utilização de $n.x$, desde que $n.x < 100\%$. (MATOS, 2008, p.10)

- Consolidação de aplicações - aplicações legadas que necessitam executar em um novo hardware, diferente do hardware para qual foram projetadas. Virtualizando o hardware, essas aplicações podem continuar executando normalmente;
- *Sandboxing* - máquinas virtuais podem prover um ambiente seguro e isolado para a execução de aplicações não confiáveis, ou de fontes não seguras;
- Ambientes múltiplos de execução - a virtualização pode prover múltiplos ambientes de execução e aumentar a disponibilidade de recursos para as aplicações;
- Hardware virtual - pode ser possível, através da virtualização, prover um hardware que não exista na máquina real, como drives SCSI virtuais, interfaces virtuais de rede e outros;

- Múltiplos sistemas Operacionais simultâneos - vários SOS podem ser executados simultaneamente, fazendo que uma gama maior de aplicações possa estar executando ao mesmo tempo;
- *Debugging* - a virtualização pode prover para um desenvolvedor de aplicações como device drivers ou mesmo um SO executar o software em um hardware com um controle total;
- Migração de software - facilita a migração de software e aumenta a mobilidade de softwares;
- Consolidação de servidores - consolidar *workloads* de máquinas sub-utilizadas em poucas máquinas, economizando hardware, gerenciamento e administração da infra-estrutura.

1.5 Máquina virtual (VM) e seu funcionamento

Na ciência da computação, VM é o nome dado a uma máquina implementada através de software, que executa programas como um computador real. Uma VM pode ser definida como “uma duplicata eficiente e isolada de uma máquina real”. A IBM define uma máquina virtual como uma cópia isolada de um sistema físico, e esta cópia está totalmente protegida (BENETITO, 2008, p.2).

1.5.1 Definição

Nos anos 60 o termo Máquina Virtual foi descrito utilizando um termo de sistema operacional: uma abstração de software que enxerga um sistema físico (máquina real). Para Laureano (2006, p.17), com o passar dos anos, o termo englobou um grande número de abstrações. Exemplo: *Java Virtual Machine* (JVM), que não virtualiza um sistema real.

Ao invés de ser uma máquina real, isto é, um computador real, feito de hardware e executando um sistema operacional específico, uma máquina virtual é um computador fictício criado por um programa de simulação. Sua memória, processador e outros recursos são

virtualizados. A virtualização é a interposição do software (VM) em várias camadas do sistema. Recebendo assim uma forma de dividir os recursos de um computador em múltiplos ambientes de execução.

1.5.2 Funcionamento

Existem dois tipos de máquinas virtuais que podem ser divididos em:

Tipo 1: Sistema em que o monitor é implementado entre o hardware e os sistemas convidados (*guest system*). Abaixo ilustrado pela Figura 1.5 estrutura de monitor de máquinas virtuais do tipo I.

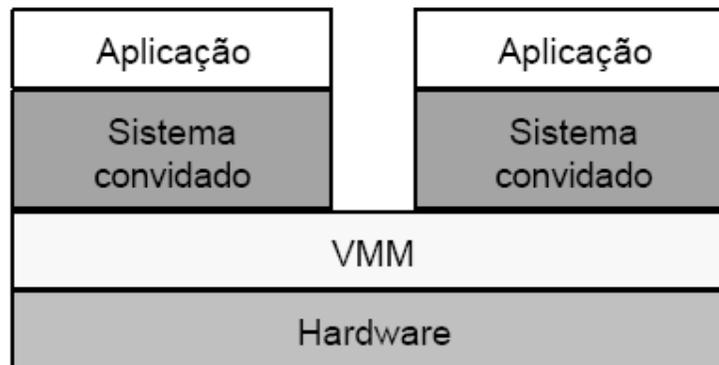


Figura 1.5 - Monitor de máquinas virtuais do Tipo I.
Fonte: (MAZIERO, 2003, p. 2)

Tipo 2: Nele o monitor é implementado como um processo de um sistema operacional real, denominado sistema anfitrião (*host system*) (Figura 1.6).

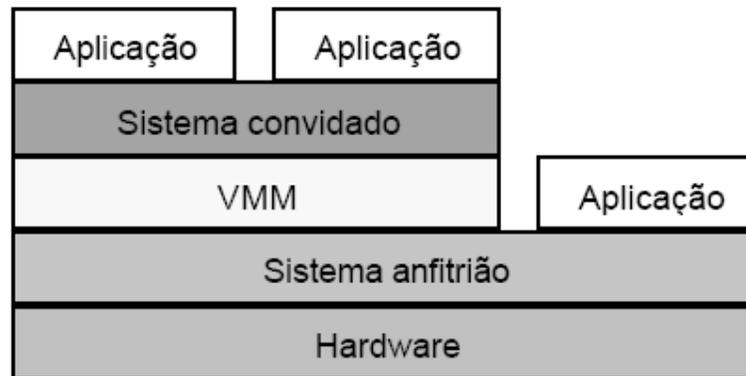


Figura 1.6 - Monitor de máquina virtual do tipo II.
Fonte: (MAZIERO, 2003, p. 2)

1.6 Vantagens e desvantagens da virtualização

Assim como em qualquer outro sistema, a Virtualização tem suas vantagens e desvantagens.

1.6.1 Vantagens

Como demonstrado na definição da Virtualização, a mesma permite executar vários sistemas operacionais em um único equipamento. No meio corporativo, onde há um grande número de máquinas, há grandes gastos com hardware, energia, ou seja, custos operacionais.

Conforme Mattos (2008, p. 3 e 4), algumas das vantagens da Virtualização são:

- a) Custo - A redução de custos é possível de ser alcançada com a consolidação de pequenos servidores em outros mais poderosos. Essa redução pode variar de 29% a 64% conforme (MENASCÉ, 2005, p.407);
- b) Segurança - Usando máquinas virtuais, pode ser definido qual é o melhor ambiente para executar cada serviço, com diferentes requerimentos de segurança, ferramentas diferentes e o sistema operacional mais adequado para cada serviço. Além disso, cada máquina virtual é isolada das demais. Usando uma máquina virtual para cada serviço, a vulnerabilidade de um serviço não prejudica os demais;

- c) Confiança e disponibilidade - A falha de um software não prejudica os demais serviços;
- d) Adaptação às diferentes cargas de trabalho - Variações na carga de trabalho podem ser tratadas facilmente. Ferramentas autônomas podem realocar recursos de uma máquina virtual para a outra;
- e) Balanceamento de carga - Toda a máquina virtual está encapsulada no VMM. Sendo assim é fácil trocar a máquina virtual de plataforma, a fim de aumentar o seu desempenho;
- f) Suporte a aplicações legadas - Quando uma empresa decide migrar para um novo Sistema Operacional, é possível manter o sistema operacional antigo sendo executado em uma máquina virtual, o que reduz os custos com a migração. Vale ainda lembrar que a virtualização pode ser útil para aplicações que são executadas em hardware legado, que está sujeito a falhas e tem altos custos de manutenção. Com a virtualização desse hardware, é possível executar essas aplicações em hardwares mais novos, com custo de manutenção mais baixo e maior confiabilidade.

1.6.2 Desvantagens

Por outro lado, existem as desvantagens da virtualização, para Mattos (2008, p. 4 e 5) sendo as principais:

- a) Segurança - Em determinados casos, as máquinas virtuais são menos seguras que as máquinas físicas justamente por causa do VMM. Este ponto é interessante, pois se o sistema operacional hospedeiro tiver alguma vulnerabilidade, todas as máquinas virtuais que estão hospedadas nessa máquina física estão vulneráveis, já que o VMM é uma camada de software, portanto, como qualquer software, está sujeito a vulnerabilidades;
- b) Gerenciamento - Os ambientes virtuais necessitam ser instanciados, monitorados, configurados e salvos;
- c) Desempenho - Atualmente, não existem métodos consolidados para medir o desempenho de ambientes virtualizados. No entanto, a introdução de uma camada

extra de software entre o sistema operacional e o hardware, o VMM ou *hypervisor*, gera um custo de processamento superior ao que se teria sem a virtualização. Outro ponto importante de ressaltar é que não se sabe exatamente quantas máquinas virtuais podem ser executadas por processador, sem que haja o prejuízo da qualidade de serviço.

Este capítulo abordou o conceito da virtualização de uma forma geral, seu surgimento, as formas de virtualização, técnicas utilizadas, uso, aplicações, funcionamento das máquinas virtuais e vantagens e desvantagens da virtualização. O próximo capítulo demonstra características de algumas ferramentas de virtualização que foram pesquisadas.

2 FERRAMENTAS PARA VIRTUALIZAÇÃO

Abaixo algumas das ferramentas mais usadas na aplicação da Virtualização de Servidores.

2.1 VMware Server

É uma ferramenta desenvolvida pela VMware Inc., localiza-se em Palo Alto, Califórnia, Estados Unidos que é uma subsidiária da EMC Corporation. O nome é um jogo de palavras com Virtual Machine (Máquina Virtual), que é o nome técnico dado a um sistema operacional rodando sob o VMware (2008, p.1).

2.1.1 Definição

Conforme VMware (2008, p.1), o VMware Server é um produto voltado a virtualização para servidores Windows e Linux com suporte de nível corporativo. Ele permite que as empresas particionem um servidor físico em várias máquinas virtuais e comecem a experimentar as vantagens da virtualização. O VMware Server é um produto robusto e, ao mesmo tempo, de fácil utilização por usuários sem experiência com a tecnologia de virtualização de servidores. É uma máquina virtual de Tipo I, que roda diretamente sobre o hardware.

Nela pode ser executada em qualquer plataforma X86 padrão. Além da possibilidade de combinar os diversos servidores da sua rede local em uma única máquina, ele permite dividir um único servidor dedicado em diversos servidores virtuais (VMWARE INC, 2007).

2.1.2 Características

Com o VMware é possível simular um servidor completo dentro de uma máquina virtual e até mesmo executar diversos sistemas operacionais simultaneamente.

Com a virtualização, o sistema principal neste caso passa a ser chamado de “*host*” (hospedeiro) e o sistema operacional que está rodando dentro da máquina virtual é chamado de “*guest*” (convidado). Enquanto que na verdade está rodando dentro de uma “*matrix*” (na máquina virtual) (MORIMOTO, 2006). A Figura 2.1 ilustra como é o particionamento físico de um servidor utilizando o VMware Server.



Figura 2.1 - Particionamento de servidor físico.

Fonte: (VMWARE, 2008 p.1)

Naturalmente, este trabalho de simular um servidor completo e ainda por cima com um bom desempenho não é simples, de forma geral, precisam de um hardware muito mais poderoso do que o sistema original.

Para Gonçalves (2007, p.5), o VMware usa um conceito de virtualização. Ele tenta sempre que possível converter os comandos usados pelo sistema dentro da máquina virtual em comandos que o sistema *host* entenda e execute diretamente. Isso se aplica quando é necessário transmitir dados através da placa de rede, tocar sons na placa de som, ou executar

instruções do processador. O VMware interpreta e converte instruções o mínimo possível, o que faz com que o sistema dentro da máquina virtual rode com um desempenho muito similar ao desempenho real da máquina.

VMware Server é versão adaptada e otimizada para uso em servidores dedicados, sem monitor nem ambiente gráfico. A principal diferença é que o VMware Server roda remotamente, e é acessado através de uma interface de administração via web (chamada de VMware Management Interface, ou MUI), onde é possível ativar, desativar e monitorar o status das máquinas virtuais remotamente. A idéia é que cada máquina virtual seja configurada como um novo servidor dedicado, que possa ser administrado via SSH, Morimoto (2006).

2.1.3 Funcionamento do VMware Server

O VMware Server é instalado e executado como um aplicativo em um sistema operacional de *host* Windows ou Linux. Uma fina camada de virtualização particiona o servidor físico para que várias máquinas virtuais possam ser executadas simultaneamente em um único servidor. Os recursos de computação do servidor físico são tratados como um *pool* uniforme de recursos que podem ser alocados às máquinas virtuais de forma controlada, VMware (2008, p.1). Abaixo na Figura 2.2 é demonstrado o console de configuração do VMware Server.

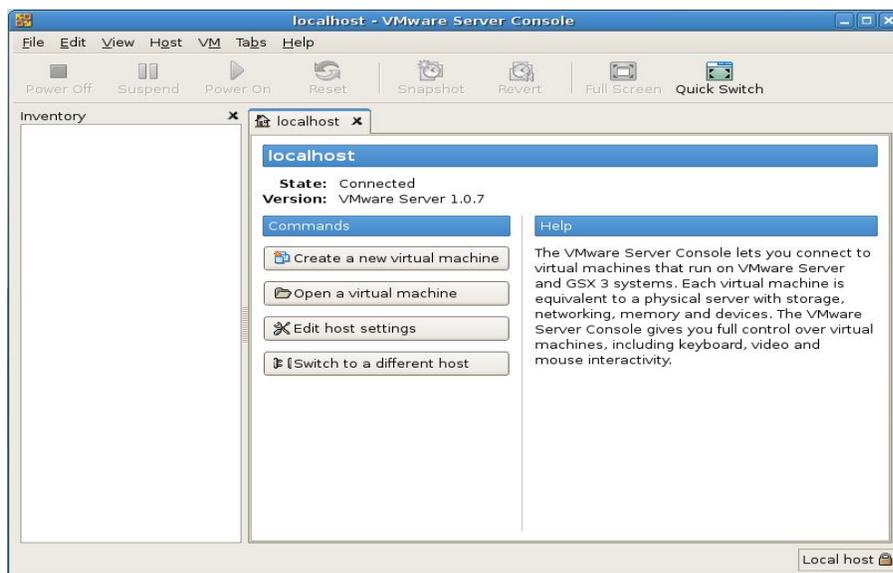


Figura 2.2 - Software VMware Server.

Fonte: (Elaborado pelo autor)

Usando o VMware Server, segundo VMware (2008, p.2), é possível transformar um único servidor dedicado em vários servidores virtuais, cada um se comportando como se fosse uma máquina separada. Em geral, nos planos de servidores dedicados cada um recebe uma faixa de IPs com máscara 255.255.255.248, com 5 endereços IPs utilizáveis. Isso significa que se pode usar um endereço para o servidor principal e ainda ficar com mais 4 endereços para as máquinas virtuais (sendo que uma delas pode acumular a função de servidor DNS secundário).

Em caso de uma eventual emergência, onde se precisam ver as mensagens de inicialização ou quando precisar alterar as configurações da máquina virtual (quantidade de memória RAM reservada, CD-ROM ou imagem ISO de boot, etc.) pode-se usar o VMware Server Console, uma interface de administração, através da qual é possível se conectar remotamente a qualquer uma das máquinas virtuais disponíveis, obtendo a imagem que seria enviada para o monitor. Ele pode também ser usado para criar novas VMs e instalar ou reinstalar o sistema (Figura 2.3).

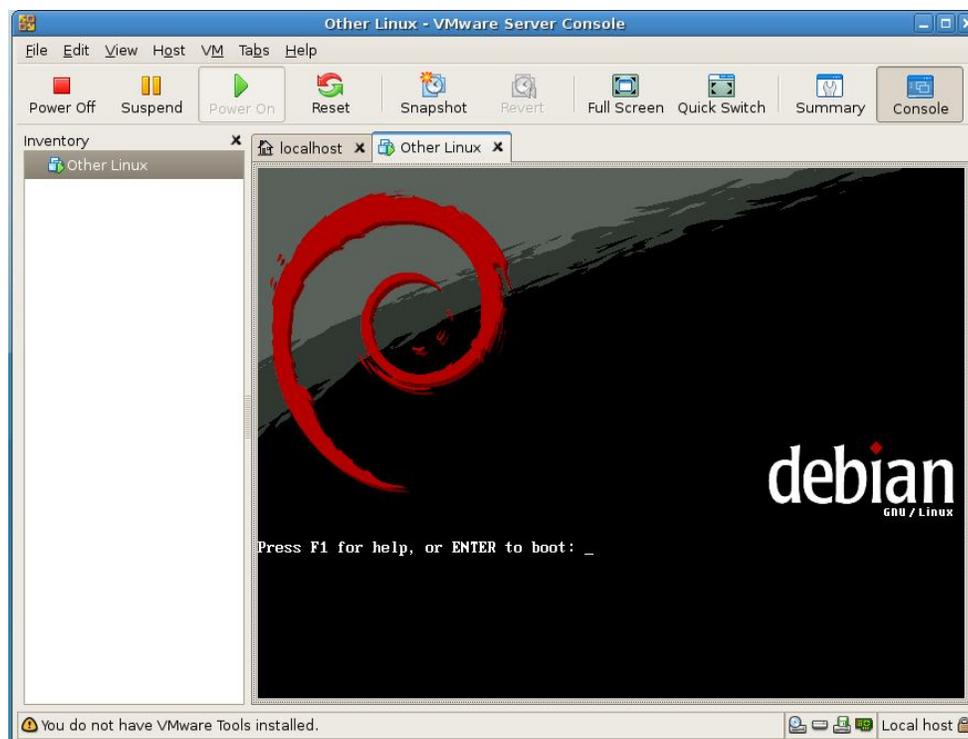


Figura 2.3 - Console do VMware com o sistema operacional Debian.
Fonte: (Elaborado pelo autor)

Até junho de 2006, o VMware Server era um produto caro, assim como a versão Workstation. Devido à concorrência do Xen e do Virtual PC, a VMware resolveu passar a disponibilizá-lo gratuitamente (assim como o VMware Player).

2.2 Ferramenta Xen

O Xen foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores da Universidade de Cambridge, como parte do projeto XenoServers, fundado pelo UK-EPSC. Este projeto tem como objetivo criar uma “infra-estrutura global para a computação distribuída”. Onde o Xen desempenha uma função chave nesse escopo, permitindo que uma única máquina seja eficientemente dividida para permitir que clientes independentes executem seus sistemas operacionais (CENTOSBR, 2008).

2.2.1 Definição

O Xen (WINXLINUX, 2007) é mais um software de virtualização, que permite rodar várias instâncias no mesmo servidor, algo similar ao VMware, mas implementado de forma diferente.

Ao contrário do VMware, o Xen utiliza um conceito da paravirtualização, onde o sistema operacional rodando dentro da máquina virtual tem a ilusão de estar sendo executado diretamente sobre o hardware (Figura 2.4). O Xen se encarrega de organizar as requisições feitas pelas máquinas virtuais e repassá-las ao sistema principal. Ele se limita a repassar as instruções, sem interpretá-las como faria um emulador (como por exemplo o Qemu) o que causa uma diminuição de desempenho muito pequena.



Figura 2.4 - Estrutura da paravirtualização, usada pelo Xen.
Fonte: (VITOR, 2008, p.10)

2.2.2 Características

O VMware usa uma técnica similar, mas incluindo uma série de funções de checagem destinadas a eliminar problemas de compatibilidade com diversos sistemas operacionais. Isso faz com que o VMware rode diretamente a maioria das versões do Windows, Linux e outros sistemas diretamente, bastando instalá-los na máquina virtual.

Para Camona (2008, p.233), no caso do Xen, o sistema que vai ser executado dentro da máquina virtual precisa ser modificado. Ou seja, é necessário de uma versão específica do sistema operacional, para poder executá-lo dentro do Xen.

A Figura 2.5 ilustra o console de configuração do Xen, onde é possível escolher entre virtualização completa ou a paravirtualização.

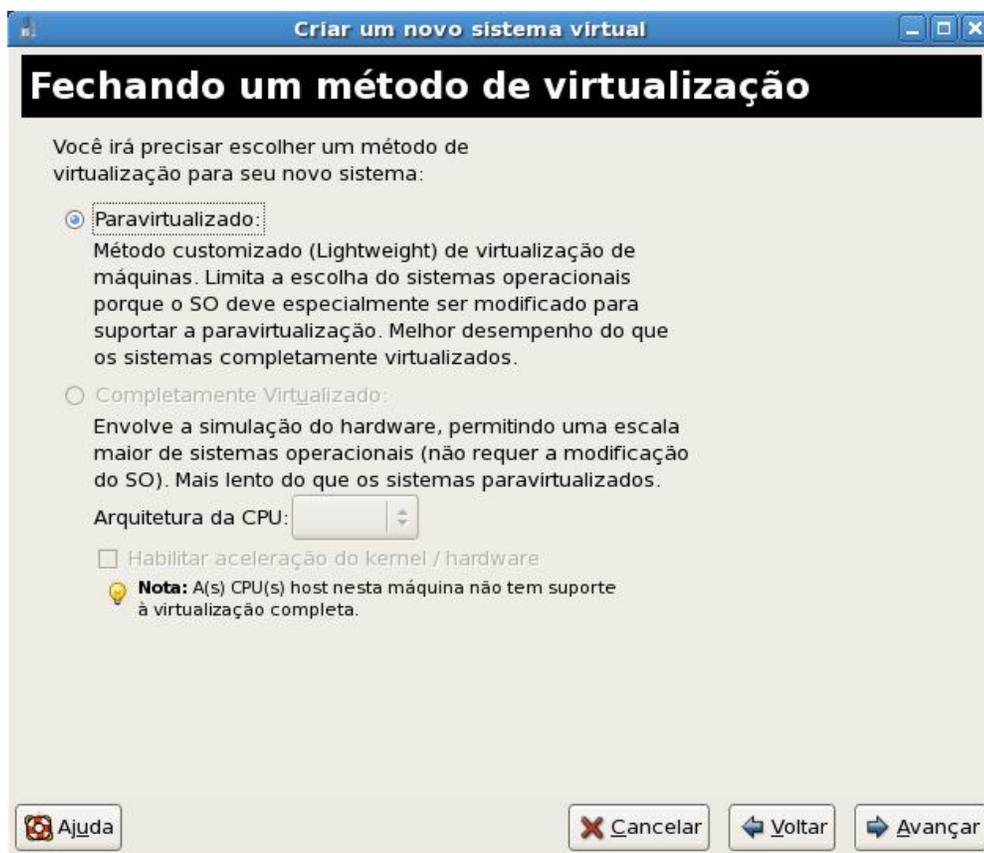


Figura 2.5 - Tela de configuração do Xen no qual usa o conceito da paravirtualização.
Fonte: (Elaborado pelo autor)

O objetivo inicial do Xen não é ser uma solução fácil de usar como o VMware, ele é mais voltado para uso em servidores, permitindo rodar vários servidores virtuais numa única máquina. Mesmo assim, o projeto está sendo desenvolvido de forma bastante ativa, com participação de empresas como a IBM, Sun e Red Hat. É de se esperar que no futuro ele torne-se cada vez mais simples de usar, quem sabe tornando-se uma opção viável também para uso doméstico (CAMONA, 2008, p.233). Na Figura 2.6 é apresentado o gerenciador de máquinas virtuais do Xen.

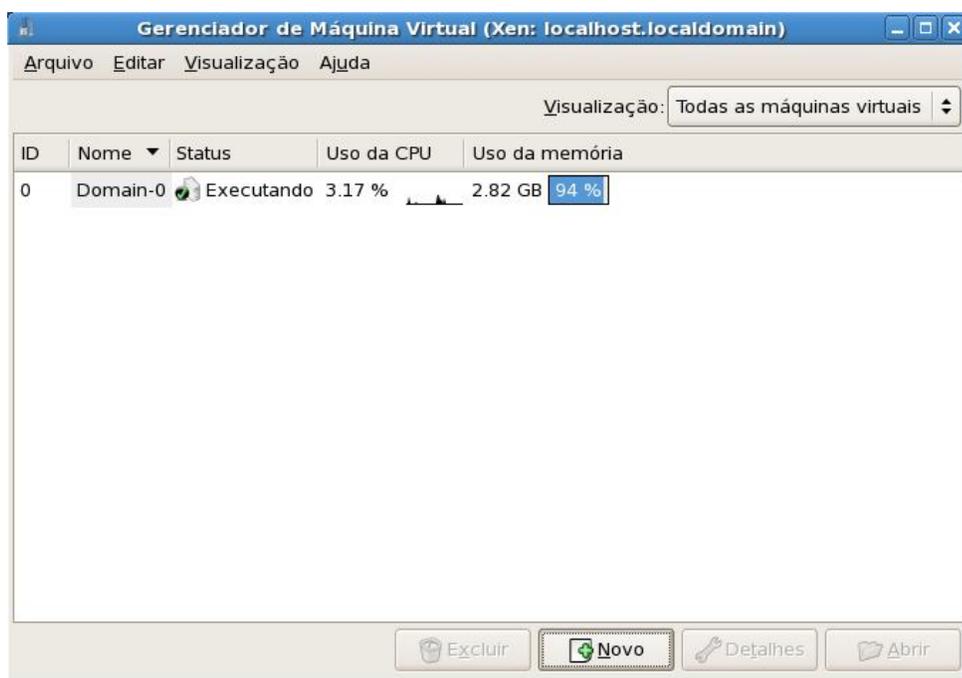


Figura 2.6 - Tela de gerenciamento das máquinas virtuais implementadas com o Xen.
Fonte: (Elaborado pelo autor)

2.2.3 Funcionamento do Xen

A figura 2.6 ilustra o console de gerenciamento do Xen, nele é possível acompanhar a utilização de cada máquina virtual instalada, também se tem a possibilidade de adicionar mais hóspedes.

Sua principal característica de funcionamento, quando usado o conceito de virtualização parcial, é da necessidade da utilização de sistema operacional de código aberto onde o kernel é modificado (CAMONA, 2008, p.233).

2.3 Virtual Server

Com a grande necessidade do mercado em diminuição de custos, em 2004 a Microsoft lançou a sua versão Virtual Server, voltada a virtualização de servidores (MENEZES, 2005).

2.3.1 Definição

O Virtual Server da Microsoft é um programa que emula um computador dentro do seu Sistema Operacional. Assim sendo, em uma janela será possível abrir outro sistema operacional, como Windows, Linux, MS-DOS, e até criar um HD virtual, que será um arquivo salvo dentro da partição de seu Windows, podendo ser formatado com qualquer sistema de arquivos, sem interferir no sistema real (MENEZES, 2005).

2.3.2 Características

O Virtual PC permite ainda capturar ISO's de Instaladores de Sistemas Operacionais, rodá-las na forma de uma unidade de CD-ROM também virtual, instalar o SO a partir da ISO e, depois de instalado, ainda personalizar o SO. Realizando mais instalações de softwares de terceiros, o que facilita, por exemplo verificar a migração de aplicações entre plataformas sem precisar de um segundo computador.

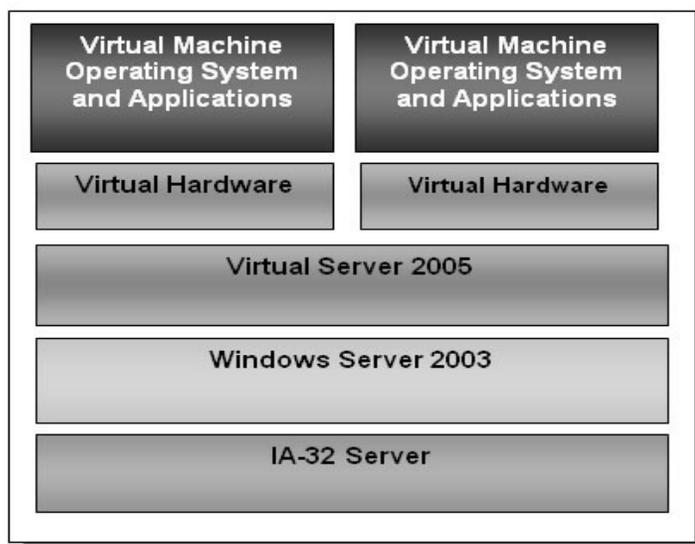


Figura 2.7 - Exemplo de estrutura na instalação do Virtual Server.
Fonte: (MENEZES, 2005)

2.3.3 Funcionamento do Virtual Server

Funcionamento da estrutura do Virtual Server (MENEZES, 2005) conforme Figura 2.7:

- No menor nível existe o servidor que controla o acesso ao hardware.
- O Windows 2003 é quem controla o sistema operacional (sistema de host),
- O Virtual Server 2005 provê a virtualização do sistema operacional em máquinas virtuais,

Cada máquina consiste em um conjunto de dispositivos individuais, virtuais e independentes uns dos outros, criando assim verdadeiras máquinas dentro do servidor já existente.

Enfim, o Virtual Server realmente disponibiliza um segundo servidor dentro de seu hardware. No servidor virtual criado, serão disponibilizados todos os itens de hardware disponíveis no servidor real (Figura 2.8). Poderão ainda ser criadas tantas interfaces quantas o usuário julgar necessário, e estas podem rodar simultaneamente, desde que haja recursos de hardware suficientes.

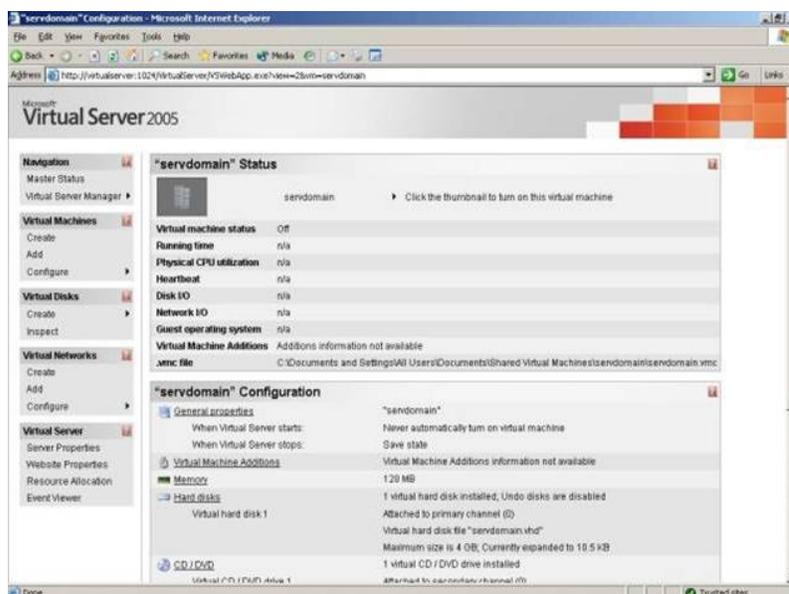


Figura 2.8 – Console do configuração do Virtual Server 2005.

Fonte: (OLIVERA, 2005)

2.4 Qemu

Para Valente (2008) o QEMU é um software livre escrito por Fabrice Bellard que implementa um emulador de processador, permitindo uma virtualização completa de um sistema PC, dentro de outro.

2.4.1 Definição

O QEMU é um hypervisor que é semelhante a projetos como o Bochs, VMware Workstation e o PearPC, mas possui várias características que faltam nestes, incluindo aumento de velocidade em x86, através de um acelerador, e suporte para múltiplas arquiteturas está a ser acrescentado. Usando tradução dinâmica, atinge uma velocidade razoável, não deixando de ser fácil de converter para novos processadores (TRMANCO, 2008).

2.4.2 Características

Segundo Valente (2008), o Qemu é um software de código aberto disponível em código fonte ou como binário pré-compilado que emula o hardware no PC. Com isso é possível rodar Linux dentro do Linux, ou seja, pode iniciar um sistema operacional sem ter a necessidade de reiniciar a máquina, pois ele emula o hardware permitindo que seja possível instalar um sistema operacional.

Outra característica é dele não precisar ser usado para simular a máquina inteira; ele também é capaz de rodar em "user-mode", emular apenas a CPU e traduzir as chamadas de sistema. Nenhum programa em user mode tem acesso direto aos dispositivos, o que evita a necessidade de emulá-los. Isto pode ser usado para rodar programas compilados para outras arquiteturas, de forma quase transparente (BELLARD, 2005).

2.4.3 Funcionamento do Qemu

Na Figura 2.9 é demonstrado a tela de instalação de um sistema operacional utilizando o Qemu como ferramenta de virtualização.

```

QEMU
CD-ROM Device Driver for IDE (Four Channels Supported)
(C)Copyright Oak Technology Inc. 1993-1996
Driver Version      : V310
Device Name         : TOMATO
Transfer Mode       : Programmed I/O
Drive 0: Port= 170 (Secondary Channel), Master  IRQ= 15
Firmware version   : 0.6.

MSCDEX Version 2.25
Copyright (C) Microsoft Corp. 1986-1995. All rights reserved.
Drive R: = Driver TOMATO unit 0
A:\>F:

R:\>setup
Please wait while Setup initializes.

Setup is now going to perform a routine check on your system.

To continue, press ENTER. To quit Setup, press ESC. _

```

Figura 2.9 – Tela de instalação de sistema operacional com a ferramenta Qemu.
Fonte: (FARIA, 2005)

O Qemu roda aplicativos não muito pesados do Windows dentro do Linux, ou outro sistema operacional; além de não ser comercial, diferentemente de seu concorrente VMware, este tipo de operação é vantajosa pelo fato de poder ser efetuado testes em variados sistemas operacionais sem ter a necessidade de reiniciar a máquina (LAUREANO, 2006).

O sistema operacional emulado fica contido em um arquivo no sistema hospedeiro. Este arquivo é chamado de *image file*. Nele o sistema emulado armazenará todos os seus arquivos e configurações, ou seja, é como se fosse um disco rígido para ele (BELLARD, 2005).

Ao instalar o sistema operacional na máquina virtual criada pelo Qemu, o usuário pode perceber que a placa de vídeo detectada será a Cirrus VGA. Isso ocorre porque o Qemu emula a arquitetura desta placa para o sistema hospedado, porém, todas as instruções passadas para ela serão convertidas em instruções próprias da placa realmente existente no hospedeiro (BELLARD, 2005).

Este capítulo abordou algumas ferramentas de virtualização e suas características quando implementadas. O próximo capítulo apresenta um software que utilizado para monitorar o tráfego de rede.

3 FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DE REDE

Utilitário para o monitoramento da vazão de interfaces de rede.

3.1 Ferramenta Iptraf

O Iptraf é um *software* de monitoramento de tráfego TCP/IP/UDP/ICMP que tem como principal função ficar "escutando" os pacotes que estão trafegando pela rede e interfaces locais, e apresentar estatísticas sobre quantidade de pacotes recebidos/enviados pelas interfaces (eth0,eth1,PPPoE...) informações sobre conexões ativas, em quais portas elas estão trabalhando, velocidade de transferência (PUNKER, 2006).

O mesmo foi projetado para ser usado em plataforma Linux. Ele intercepta pacotes e as informações sobre rede (Figura 3.1), podendo ser utilizado por um usuário doméstico para monitorar seu tráfego com a Internet, através de sua interface gráfica que pode ser iniciada através de uma console texto (PUNKER, 2006).

```
IPtraf
TCP Connections (Source Host:Port) ----- Packets --- Bytes Flags Iface
201.19.102.6:1141 > 88 50008 -PA- eth0
201.19.102.6:1141 > 81 7406 -PA- eth0
38.113.150.161:80 > 54 78104 --A- eth0
38.113.150.161:80 > 25 1336 --A- eth0
38.113.150.161:80 > 1 46 --A- eth1
201.7.176.12:80 = 0 0 ---- eth1
201.7.83.44:3286 > 6 6972 -PA- eth0
201.7.83.44:3286 > 5 200 --A- eth0
201.7.83.44:3286 > 6 6972 -PA- eth1
201.7.83.44:3286 > 5 230 --A- eth1
66.254.102.113:80 > 16 21728 --A- eth0
66.254.102.113:80 > 15 852 --A- eth0
TCP: 313 entries ----- Active

UDP (74 bytes) from [redacted] to [redacted] on eth1
UDP (171 bytes) from 218.224.69.181:1247 to [redacted] on eth0
UDP (171 bytes) from 218.224.69.181:1247 to [redacted] on eth1
UDP (185 bytes) from [redacted] to 218.224.69.181:1247 on eth1
UDP (185 bytes) from [redacted] to 218.224.69.181:1247 on eth0
Bottom
Pkts captured (all interfaces): 5619 Computing
Up/Dn/PgUp/PgDn-scroll M-more TCP info W-chg actv win S-sort TCP X-exit
```

Figura 3.1 - Tela Iptraf onde aparecem as conexões.

Fonte: (PUNKER, 2006)

Recursos Disponíveis (PAUL, 2001): Um monitor de tráfego IP, que mostra informações sobre o tráfego IP passando sobre sua rede.

Geral e de estatísticas detalhadas mostrando interface IP, TCP, UDP, ICMP, não-IP e outros pacotes IP contagens, IP checksum erros, interface atividade, tamanho de embalagem na contagem.

Um serviço TCP e UDP monitor mostrando contagens de pacotes de entrada e de saída comum para a aplicação portas TCP e UDP.

Mostra uma estatística da LAN gerada pela atividade da rede.

Suporta as interface tipo: Ethernet, FDDI, ISDN, SLIP, PPP, e loopback.

Protocolos que reconhece (PAUL, 2001): IP, TCP, UDP, ICMP, IGMP, IGP, IGRP, OSPF, ARP, RARP.

```

IPTraf
Statistics for eth0

```

	Total Packets	Total Bytes	Incoming Packets	Incoming Bytes	Outgoing Packets	Outgoing Bytes
Total:	4196	1846992	2212	1432246	1984	414746
IP:	4196	1786570	2212	1399600	1984	386970
TCP:	3060	1614222	1620	1284142	1440	330080
UDP:	1032	163617	580	114091	452	49526
ICMP:	104	8731	12	1367	92	7364
Other IP:	0	0	0	0	0	0
Non-IP:	0	0	0	0	0	0

Total rates:	2202.6 Kbits/sec	Broadcast packets:	2
	646.2 packets/sec	Broadcast bytes:	317
Incoming rates:	1704.2 Kbits/sec		
	340.2 packets/sec		
Outgoing rates:	498.5 Kbits/sec	IP checksum errors:	0
	306.0 packets/sec		
Elapsed time:	0:00		

```

X-exit

```

Figura 3.2 - Tela Ipraf mostrando os resultados do monitoramento da rede.

Fonte: (PUNKER, 2006)

Na Figura 3.2 é possível a verificação de vários parâmetros quanto a utilização da rede.

Neste capítulo foi abordado o software Ipraf que faz o monitoramento de rede das interfaces de rede disponíveis no hardware. No próximo capítulo é abordado o software Iperf, que monitora a rede e gera tráfego de rede entre dois pontos.

4 FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO DE DADOS

Este capítulo terá o objetivo de descrever a ferramenta de simulação de tráfego de dados pela rede. Sendo selecionada para ser usada no experimento a ser avaliado nesse trabalho.

4.1 Ferramenta Iperf

Desenvolvida por um grupo de desenvolvedores da Universidade de Illinois, com o objetivo de medir a largura de banda e da qualidade de um link de rede. O Iperf permite a afinação de vários parâmetros: TCP e UDP. Com ele, é possível emitir relatórios largura de banda, atraso de *jitter*, perda de datagrama, entre outros. Enquanto que outros instrumentos semelhantes para medir o desempenho de rede, são muito mais antigos e têm opções muito confusas, o IPerf foi desenvolvido como uma alternativa moderna para medir a performance TCP e UDP de banda (NLANR, 2005).

O Iperf permite a afinação de vários parâmetros e características.

Conforme Nanr (2005), veja alguns recursos disponíveis:

- Protocolo TCP
- Medir banda
- Relatório MSS / MTU tamanho.
- Apoio a janela do tamanho via socket TCP buffers.
- *Multi-threaded*, cliente e servidor pode ter múltiplas conexões simultâneas.
- Protocolo UDP

- UDP cliente pode criar correntes de banda especificada.
- Medir perda packet
- Medir demora de jitter
- Multicast
- *Multi-threaded*, Cliente e servidor pode ter múltiplas conexões simultâneas.
(Isto não funciona no Windows.)

Os resultados da simulação podem ser em especificadas em: K (quilo-) ou M (mega). Na Figura 4.1 é ilustrado o diagrama de funcionamento do Iperf.

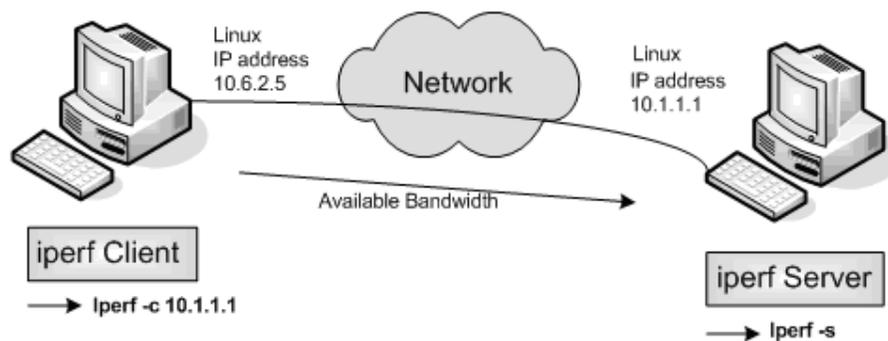


Figura 4.1 - Diagrama onde o Iperf está instalado em uma máquina Linux e Windows.
Fonte: (OPENMANIAK, 2008)

4.1.1 Configuração padrão cliente/ servidor:

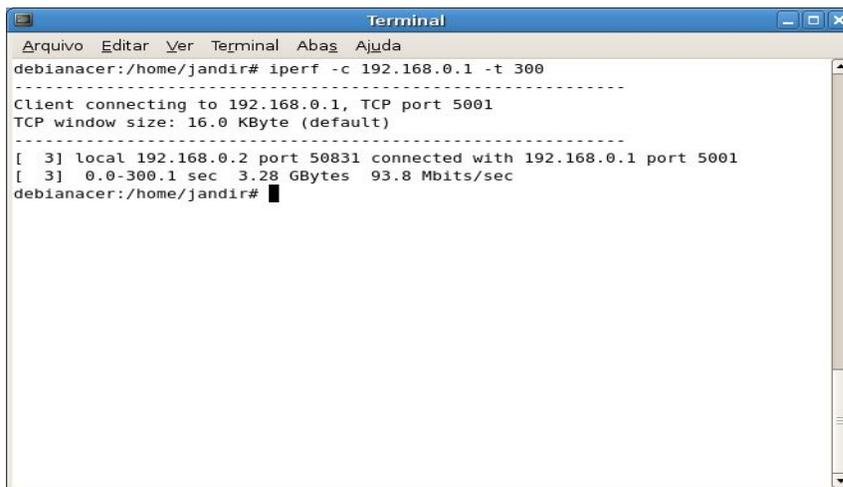
Por padrão, o Iperf cliente se conecta ao Iperf servidor sobre a porta TCP 5001, através da qual é medida a largura de banda por parte do cliente para o servidor.

Exemplo:

Conforme Figura 4.2, observe-se a mensagem no lado cliente:

Linha de comando digitada: **#iperf -c 192.168.0.1 -t 300**

Mensagem recebida:

A terminal window titled "Terminal" with a menu bar containing "Arquivo", "Editar", "Ver", "Terminal", "Abas", and "Ajuda". The prompt is "debianacer:/home/jandir#". The command entered is "iperf -c 192.168.0.1 -t 300". The output shows: "Client connecting to 192.168.0.1, TCP port 5001", "TCP window size: 16.0 KByte (default)", and a connection log entry: "[3] local 192.168.0.2 port 50831 connected with 192.168.0.1 port 5001 [3] 0.0-300.1 sec 3.28 GBytes 93.8 Mbits/sec". The prompt returns to "debianacer:/home/jandir#".

```
Arquivo  Editar  Ver  Terminal  Abas  Ajuda
debianacer:/home/jandir# iperf -c 192.168.0.1 -t 300
-----
Client connecting to 192.168.0.1, TCP port 5001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
-----
[ 3] local 192.168.0.2 port 50831 connected with 192.168.0.1 port 5001
[ 3] 0.0-300.1 sec 3.28 GBytes 93.8 Mbits/sec
debianacer:/home/jandir#
```

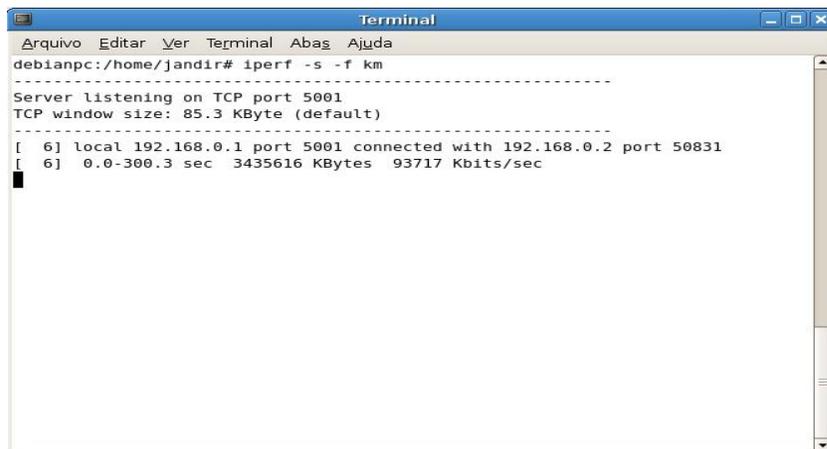
Figura 4.2 - Tela do Iperf em modo cliente.

Fonte: (Elaborado pelo autor)

Conforme Figura 4.3, observe-se a mensagem no lado servidor:

Linha de comando: **#iperf -s -f km**

Mensagem recebida:

A terminal window titled "Terminal" with a menu bar containing "Arquivo", "Editar", "Ver", "Terminal", "Abas", and "Ajuda". The prompt is "debianpc:/home/jandir#". The command entered is "iperf -s -f km". The output shows: "Server listening on TCP port 5001", "TCP window size: 85.3 KByte (default)", and a connection log entry: "[6] local 192.168.0.1 port 5001 connected with 192.168.0.2 port 50831 [6] 0.0-300.3 sec 3435616 KBytes 93717 Kbits/sec". The prompt returns to "debianpc:/home/jandir#".

```
Arquivo  Editar  Ver  Terminal  Abas  Ajuda
debianpc:/home/jandir# iperf -s -f km
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 6] local 192.168.0.1 port 5001 connected with 192.168.0.2 port 50831
[ 6] 0.0-300.3 sec 3435616 KBytes 93717 Kbits/sec

```

Figura 4.3 - Tela Iperf em modo server.

Fonte: (Elaborado pelo autor)

Neste capítulo foi apresentado o software Iperf, que é utilizado para monitorar e gerar tráfego de rede entre dois pontos. No próximo são apresentadas as métricas utilizadas na comparação dos resultados dos experimentos.

5 MÉTRICAS PARA COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo, foi definido quais as métricas necessárias para compararmos os cenários de teste. O termo métrica, refere-se ao critério usado para avaliação do desempenho de um sistema. As definições das métricas de comparativo devem caracterizar, e descrever o comportamento da rede no que diz respeito a sua utilização e performance. Devido ao significado e definição próprio de cada métrica, a seleção das métricas mais adequadas para um estudo de performance em redes depende de vários fatores, tais como:

- Os objetivos específicos do estudo de performance;
- Características da topologia que é objeto de estudo;
- Os protocolos e serviços operados nesta topologia.

Sendo que o protocolo a ser usado no experimento será o TCP/IP, e o fluxo a ser simulado pela rede ser de dados, as métricas da tabela abaixo irão satisfazer o âmbito de demonstrar os resultados de comparação.

Tabela 5.1 – Indicadores a serem usados para estudo de performance de rede.

Métrica – unidade	Descrição
Vazão - taxa de Kbits por segundo	Taxa de informação que chega e que é entregue por um nodo da rede por unidade de tempo.
Dados Transmitidos – KBytes transmitidos no tempo que foi feito a simulação de tráfego.	Dados transmitidos no tempo que foi determinado.

Sempre lembrando que o fluxo de dados será simulado pelo software chamado Iperf, que já foi estudado no capítulo 4. A obtenção dos dados de monitoramento da vazão também será feita pelo Iperf e pelo Iptraf, que foi discutido e estudado no capítulo 3.

Neste capítulo se definiu as métricas de comparação entre os experimentos. No capítulo seguinte são abordadas as especificações dos cenários a serem testados.

6 ESPECIFICAÇÕES DOS CENÁRIOS PARA EXPERIMENTOS

Este capítulo apresenta o desenvolvimento dos cenários para a realização dos experimentos, o mesmo será utilizado para avaliar o fluxo de rede entre dois servidores. Os ambientes foram criados com base na proposta apresentada no anteprojeto, tendo como referência uma estrutura simples de rede.

6.1 Hardware e software utilizados

Esta sessão abordará o desenvolvimento dos ambientes, para a realização de testes, que permita avaliar a performance de rede entre os três cenários abaixo propostos.

Para o desenvolvimento dos ambientes propostos e para a realização dos testes, foi necessária a utilização dos seguintes softwares, e também a utilização do hardware com a seguinte estrutura.

Para a escolha dos softwares, uma característica determinante foi à licença de uso *free*.

Softwares a serem utilizados:

- Linux Debian 4.0 com Kernel 40R4-i386 – Sistema Operacional;
- Iptraf v2.7.0 – Ferramenta de monitoramento de Tráfego de Rede;
- Iperf v2.0.2-2 – Ferramenta de Tráfego de Rede e Monitoramento;
- VMware Server – v.1.0.6 (versão para linux)– Ferramenta de Virtualização;
- Xen –v.3.0 - Ferramenta de Virtualização.

Hardware a ser utilizado na estrutura:

- Microcomputador padrão IBM-PC;
- Processador Intel Core 2 Duo 2.4 Ghz;
- HD 120 Gb SATA;
- 2 Gb Memória;
- Placa de Rede 100Mbps
- Switch 3Com 100Mbps de 24 portas.

6.2 Cenários de teste

Na Figura 6.1 foram definidos os cenários propostos para os experimentos, os mesmos terão as seguintes características:

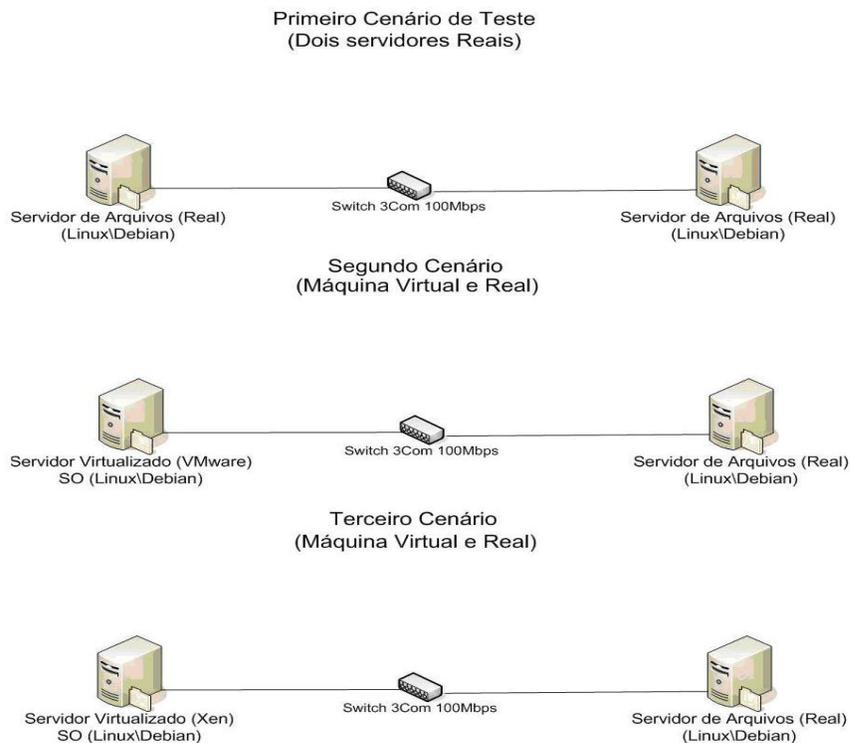


Figura 6.1 – Cenários de teste.

Fonte: (Elaborado pelo autor)

1º Cenário: Composto por dois Servidores Reais, com o Sistema Operacional Debian 4.0, no qual são interligados pela rede com um Switch de 100Mbps.

Configuração de rede:

- Servidor Server -> IP 192.168.0.1 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0
- Servidor Client -> IP 192.168.0.2 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0

2º Cenário: Um Servidor Real, e outro virtualizado com a ferramenta VMware, os dois sendo implementados com o Sistema Operacional Debian 4.0, no qual são interligados pela rede com um Switch de 100Mbps.

Configuração de rede:

O VMware utiliza o conceito de Bridge, ele cria uma ponte entre a interface de rede virtual e a real.

- Servidor Server -> IP 192.168.0.1 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0
- Servidor Virtual VMware -> IP 192.168.0.3 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0
- Servidor Client -> IP 192.168.0.2 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0

3º Cenário: Um Servidor real, com Sistema Operacional Debian 4.0, e outro virtualizado utiliza a ferramenta Xen, também utilizando o Debian como Sistema Operacional, os dois interligados pela rede com um Switch de 100Mbps.

Configuração de rede:

Também utilizando o conceito de Bridge, no qual cria uma ponte entre a interface de rede virtual e a real.

- Servidor Server -> IP 192.168.0.1 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0

- Servidor Virtual Xen -> IP 192.168.0.3 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0
- Servidor Client -> IP 192.168.0.2 Máscara de sub-rede: 255.255.255.0

Neste capítulo se definiu os três cenários dos teste com os quais vamos fazer uma comparação e análise dos resultados quando executados no próximo capítulo.

7 EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a execução dos ambientes propostos, a coleta dos resultados dos cenários de teste, e o comparativo dos mesmos conforme objetivo do trabalho.

7.1 Execução dos experimentos

Para facilitar a distinção dos equipamentos, os servidores foram identificados com os nomes de Server e Client, sendo que o Servidor Server será o único que terá variações em suas configurações nos cenários.

Como já apresentado anteriormente, cada cenário é composto por dois servidores (Server e Client), os mesmos são interligado pela rede através de um Switch a 100Mbps usando o protocolo TCP (Figura 7.1).

A única diferença entre os cenários é a utilização de ferramentas de Virtualização para implementação de Máquinas Virtuais no Servidor Server nos cenários dois e três.

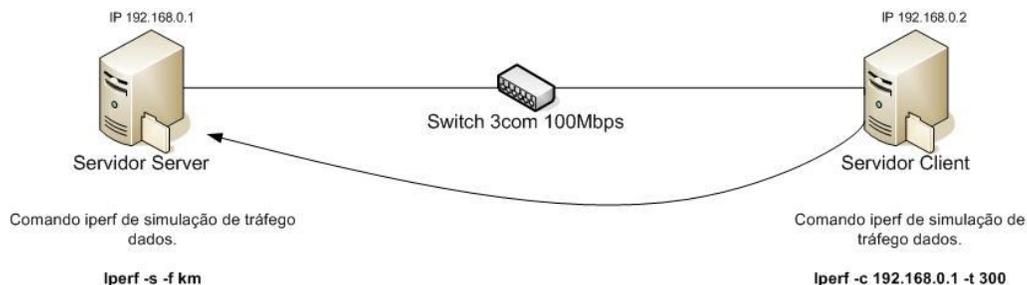


Figura 7.1 - Modelo de simulação.
Fonte: (Elaborado pelo autor)

Conforme figura 7.1, para executar os experimentos, a ferramenta Iperf instalada nos dois servidores receberá os seguintes comandos:

Servidor Server: **iperf -s -f km**

Servidor Client: **iperf -c 192.168.0.1 -t 300**

O tempo de execução dos experimentos foi definido em 300 segundos, que é o equivalente a 5 minutos. Foram feitos vários teste até que se chegou a esse número, de início foram feitos teste com menos tempo, estes não condiziam com a realidade pois quase não existia diferença entre máquinas virtuais e normais.

Para monitorar as conexões e o tráfego de rede, se utiliza-rá o software Iptraf, de modo que não haja dúvidas em relação à conexão única do Iperf.

7.2 Coleta de dados

Abaixo os resultados obtidos nos testes, inicialmente são demonstrados os resultados relativos à vazão em Kbits /s e posteriormente os resultados obtidos com a transferência de dados em KBytes, os resultados dos testes realizados foram obtidos através dos software Iperf e Iptraf.

A Tabela 7.1 apresenta os escores obtidos pelo cenário um que é composto por dois Servidores Normais (reais), ambos com o Sistema Operacional Linux Debian 4.0.

Tabela 7.1 – Dados coletados no primeiro cenário de teste

Tabela de resultados Duas Máquinas Reais											
	Amost. 1	Amost. 2	Amost. 3	Amost. 4	Amost. 5	Amost. 6	Amost. 7	Amost. 8	Amost. 9	Amost. 10	Média
Vazão da Rede em Kbits /s	93976	93737	93700	93738	93712	93784	93755	93675	94143	93790	93801
KBytes Transmitidos	3444256	3435648	3434616	3435464	3434984	3438192	3437224	3434328	3450432	3437624	3438277

A Tabela 7.2 apresenta os escores obtidos pelo cenário dois, que é composto por um Servidor Normal (real) e outro Virtual, implementado com a ferramenta de Virtualização VMware, ambos usam o Sistema Operacional Linux Debian 4.0.

Tabela 7.2 – Dados coletados no segundo cenário de teste

Tabela de resultados											
Uma máquina Real e uma Virtual (VMware)											
	Amost. 1	Amost. 2	Amost. 3	Amost. 4	Amost. 5	Amost. 6	Amost. 7	Amost. 8	Amost. 9	Amost. 10	Média
Vazão da Rede em Kbits /s	91644	91634	91664	91137	91574	91299	91209	91650	91613	91657	91508,1
KBytes Transmitidos	3356432	3356176	3357776	3337808	3354328	3344080	3341120	3357088	3355808	3356912	3351753

A Tabela 7.3 apresenta os escores obtidos pelo cenário três, que é composto por um Servidor Normal (real) e outro Virtual, implementado com a ferramenta de Virtualização Xen, ambos usam o Sistema Operacional Linux Debian 4.0.

Tabela 7.3 – Dados coletados no terceiro cenário de teste

Tabela de resultados											
Uma máquina Real e uma Virtual (XEN)											
	Amost. 1	Amost. 2	Amost. 3	Amost. 4	Amost. 5	Amost. 6	Amost. 7	Amost. 8	Amost. 9	Amost. 10	Média
Vazão da Rede em Kbits /s	92413	91873	92129	92234	92259	92344	92173	92331	92061	92184	92200,1
KBytes Transmitidos	3387028	3367237	3376619	3380468	3381384	3384499	3378232	3384023	3374127	3378635	3379225

7.3 Análise dos resultados

Os resultados obtidos são apresentados em forma de tabelas e gráficos, no final é apresentada uma análise comparativa dos mesmos.

Tabela 7.4 – Tabela comparativa da vazão em Kbits /s dos cenários testados.

Tabela de resultados											
Vazão de Rede em Kbits/s											
	Amost. 1	Amost. 2	Amost. 3	Amost. 4	Amost. 5	Amost. 6	Amost. 7	Amost. 8	Amost. 9	Amost. 10	Média
Duas Máquinas Reais	93976	93737	93700	93738	93712	93784	93755	93675	94143	93790	93801
Uma Real e outra Virtual (VMware)	91644	91634	91664	91137	91574	91299	91209	91650	91613	91657	91508,1
Uma Real e outra Virtual (XEN)	92413	91873	92129	92234	92259	92344	92173	92331	92061	92184	92200,1

Para facilitar a visualização dos comparativos dos resultados, o gráfico da figura 7.2 apresenta no final a média dos escores nos três cenários de teste.

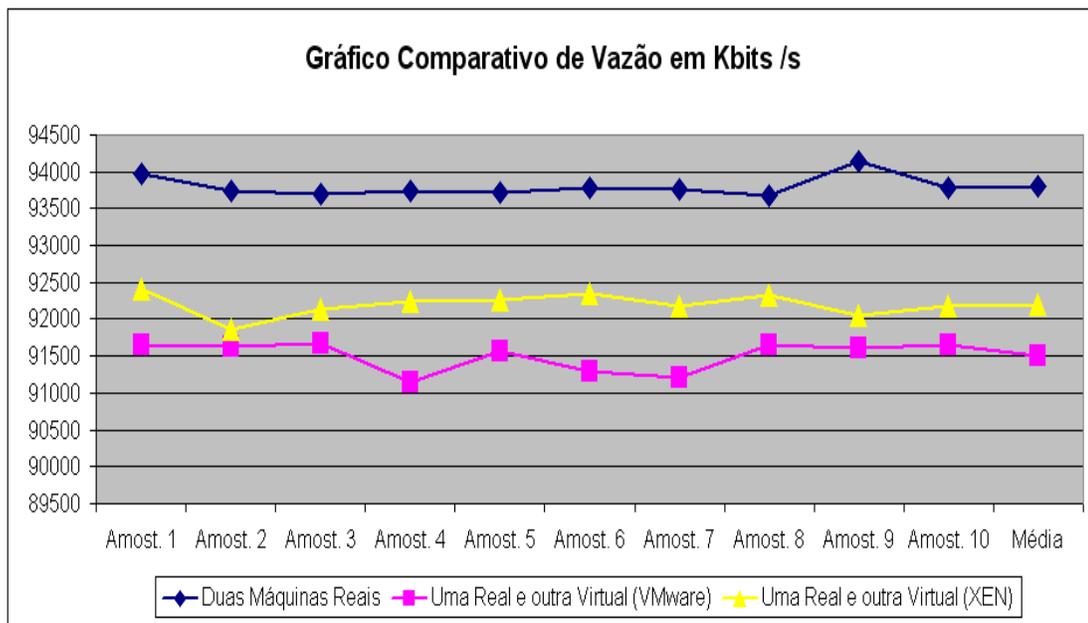


Figura 7.2 - Comparativo de vazão das amostragens.
Fonte: (Elaborado pelo autor)

Tabela 7.5 – Tabela comparativa de KBytes transmitidos em 300 segundos

Tabela de resultados											
Transmissão de dados em KBytes, tempo 300 segundos											
	Amost. 1	Amost. 2	Amost. 3	Amost. 4	Amost. 5	Amost. 6	Amost. 7	Amost. 8	Amost. 9	Amost. 10	Média
Duas Máquinas Reais	3444256	3435648	3434616	3435464	3434984	3438192	3437224	3434328	3450432	3437624	3438277
Uma Real e outra Virtual (VMware)	3356432	3356176	3357776	3337808	3354328	3344080	3341120	3357088	3355808	3356912	3351753
Uma Real e outra Virtual (XEN)	3387028	3387237	3376619	3380468	3381384	3384499	3378232	3384023	3374127	3378635	3379225

A seguir, gráfico comparativo de dados transmitidos nas amostragens coletadas, sempre observando que o tempo usado na transferência é de 300 segundos.

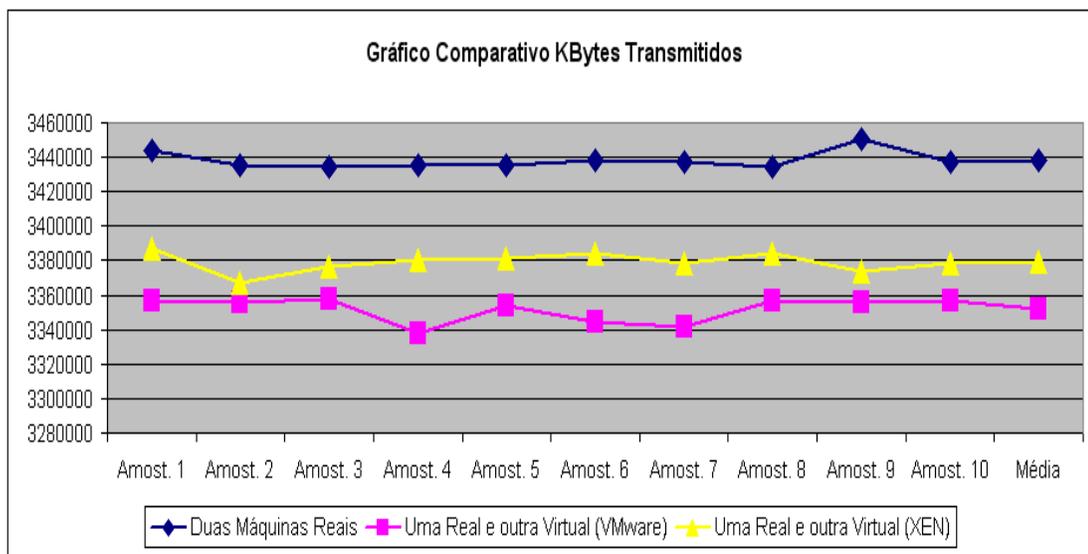


Figura 7.3 - Comparativo de dados transmitidos.

Fonte: (Elaborado pelo autor)

Com base nos resultados obtidos nas amostragens, através dos cenários descritos, é possível destacar os seguintes pontos:

- a) A variação encontrada na comparação do cenário 1 (dois servidores reais) em relação ao cenário 2 (um servidor real e outro virtual, utilizando a ferramenta de virtualização VMware) foi de 2,44%, demonstrando dessa forma uma diferença muito pequena conforme amostragens obtidas.
- b) No comparativo entre o cenário 1 (dois servidores reais), com o 3 (um servidor real e outro virtual, implementado com a ferramenta Xen), foi encontrada uma diferença ainda menor, 1,71%.

Com base nessa análise, comprova-se a existência de diferença nos resultados entre os cenários, mas que a diferença encontrada é muito pequena. Demonstrando dessa maneira um bom desempenho das Máquinas Virtual testadas. Também se conclui que a ferramenta de melhor desempenho foi a Xen, que obteve melhores resultados na comparação com a VMware.

É importante frisar que os resultados obtidos nos testes realizados ocorreram dentro de um ambiente específico, o que não significa que os mesmos possam ser reproduzidos fielmente em outro ambiente. Isso ocorre porque alguns fatores como, hardware e software

utilizados, entre outros, podem variar de uma estrutura para outra e interferir diretamente na obtenção dos resultados.

Neste capítulo os experimentos dos cenários foram executados, os resultados foram coletados e analisados conforme métricas que foram abordadas no capítulo 5. A seguir considerações finais do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho teve como foco principal, uma análise de desempenho de rede, com o uso de servidores virtuais. Essa análise foi executada através de dados obtidos com a realização de experimentos, simulando tráfego de rede, entre servidores normais e servidores virtualizados. Também foi abordado de modo geral, um estudo sobre a virtualização no seu todo.

Pode-se verificar que a virtualização é uma técnica que está cada vez mais presente na área de TI. E isso vem sendo revelado pelo grande número de empresas que surgem com soluções de gerência de ambientes virtualizados e pelo aumento sucessivo nos investimento na área. No entanto, esse destaque que vem sendo dado à virtualização recentemente é fruto do aumento do poder computacional, que não foi seguido pela taxa de utilização dos computadores, o que gerou muitos recursos ociosos. A fim de aproveitar esses recursos, a idéia da virtualização retornou ao cenário da TI (CARISSIMI, 2008, p.173).

Na primeira fase do trabalho, foram abordadas as principais ferramentas usadas na aplicação da virtualização em servidores. Verificou-se a existência de diversas técnicas para a aplicação da consolidação dos mesmos. Também foi realizada uma pesquisa sobre ferramentas de monitoramento e geração de tráfego de rede. Por fim se definiu as métricas a serem usadas para a comparação dos resultados dos experimentos.

Na segunda parte do trabalho, fez-se uma breve revisão das métricas propostas, foi definido as características de cada cenário para os experimentos, em seguida a execução e a coleta dos resultados.

Para concluir, com base nas amostragens coletadas, demonstrou-se através de uma análise que não houve grandes diferenças entre os resultados, apenas pequenas variações entre

os cenários. Também foi observado que a ferramenta de Virtualização que obteve melhor desempenho foi a Xen.

Apesar de algumas dificuldades encontradas na fundamentação teórica sobre alguns temas, foi possível trazer para a realidade um entendimento maior sobre a Virtualização e algumas ferramentas utilizadas para implementá-la. Outra dificuldade enfrentada foi na instalação das ferramentas de virtualização, que requerem a instalação de muitos pacotes adicionais para a sua utilização.

A principal contribuição desse trabalho de conclusão é demonstrar para a comunidade de TI que ao utilizar uma máquina virtual em ambientes testes, o fluxo de rede não tem grande variação em comparação a máquinas normais.

Propostas de trabalhos futuros:

- Fazer o mesmo trabalho utilizando o tráfego de rajadas no lugar de tráfego constante.
- Analisar o desempenho de mais servidores virtuais instalados numa máquina física.
- Pesquisar e implementar outras ferramentas de Virtualização e demonstrar seu desempenho.
- Verificar o uso de processamento e memória das máquinas virtuais quando implementadas.
- Através de pesquisa de campo, demonstrar o TCO (Custo Total de Propriedade) da utilização da Virtualização em ambientes corporativos.
- Elaborar um modelo de estrutura para o uso da Virtualização em ambientes corporativos.

Ao final do trabalho conclui-se que a introdução de máquinas virtuais em ambientes de servidores deve-se tornar uma realidade. Destaca-se o bom desempenho do fluxo de rede nos experimentos executados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Marcos Tadeu. **Um estudo comparativo sobre as principais ferramentas de virtualização**. Pernambuco. Disponível em <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2006-2/mta.pdf>>. Acessado em: 18 de maio 2008.

BARHAM, P., B. DRAGOVIC, et al. **Xen and the Art of Virtualization**, 1.ed., 19th ACM, 2003. p.160-184.

BELLARD, F. (2005). **QEMU, A fast and portable dynamic translator**. Em USENIX Annual Technical Conference, FREENIX Track, páginas 41–46. USENIX Association.

BENETITO, Júlio César. **Princípios de Sistemas operacionais**. Disponível em: <<http://www.fatesp.edu.br/publicacoes/A09%20-%20Estrutura%20do%20SO.pdf>>. Acessado em: 28 de maio 2008.

CAMONA, Tadeu. **Technical review virtualização**. 1.ed. São Paulo: Editora Linux New Media do Brasil Ltda, 2008. 32 p.

CAPPUCCIO, David. **Riscos no data center**. Info Corporate, São Paulo, nº44, p.82, maio. 2007.

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

CENTOSBR, 2008. **Virtualização – Xen ou não**. Disponível em: <<http://centosbr.org/site/articles/article.php?id=18>>. Acessado em: 17 de junho 2008.

CREASY, R. J. **The origin of the VM/370 time-sharing system**. IBM Journal of Research and Development, IBM, Palo Alto, CA, USA, v. 25, n. 5, p. 483–490, set. 1981.

FARIA, Alessandro de Oliveira. **QEMU - Instalando o Windows 98 em sessão virtualizada sem segredo – 2005**. Disponível em: <<http://www.linhadecodigo.com.br/ArtigoImpressao.aspx?>>,. Acessado em: 15 de agosto 2008.

GONÇALVES, Danilo Brandão. Digital Assets, 2007 **White Paper – Virtualização**. Disponível em: <http://www.digitalassets.com.br/anexos/wp_virtualizacao.pdf>. Acessado em: 17 de junho 2008.

IKE, Fernando. **Virtualização com Xen, hardware é igual a coração de mãe?**. Disponível em: <http://www.midstorm.org/~fike/palestras/xen_debianday.pdf>. Acessado em: 24 de maio 2008.

LAUREANO, Marcos. **Máquinas virtuais e emuladores**. 1.ed. São Paulo, Novatec, 2006. 30 p.

MATTOS, Diogo Menezes Ferazani. **Virtualização: VWare e Xen**. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/virtual/artigo.pdf>. Acessado em: 26 de maio 2008.

MAZIERO, Carlos Alberto. São Jose dos Campos – SP. Simpósio de Segurança em Informática, 2003. **Deteção de Intrusão em Máquinas Virtuais**. Disponível em: <http://www.mlaureano.org/projects/vmids/vmids_ssi.pdf>. Acessado em: 05 de junho 2008.

MENASCÉ, Daniel A. **Virtualization: Concepts, Applications, and Performance Modeling**. Int.CMG Conference, 2005, p.407-414.

MENEZES, Rodrigo de Olivera, Microsoft TechNet, 2005. **Virtual Server 2005– Conhecendo e Implementando**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/technet/Colunas/VirtualServer2005.msp>>. Acessado em: 15 de junho 2008.

MICROSOFT, 2006. **Open Source, comunidade e parceiro**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/opensource/community.msp>>. Acessado em: 28 de maio 2008.

MORIMOTO, Carlos E. 2006. **Máquinas virtuais: uma introdução**. Disponível em: <<http://www.guiadohardware.net/dicas/maquinas-virtuais-introducao.html>>. Acessado em: 19 de junho 2008.

NLANR, Universidade de Illinois, 2005. **Distributed applications support team**. Disponível em: <<http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>>. Acessado em 06 de junho 2008.

OLIVEIRA, Rodrigo. **Virtual Server 2005 – conhecendo e implementando**. Disponível em: <<http://technet.microsoft.com/pt-br/library/cc716505.aspx>> . Acessado em: 10 de agosto 2008.

OPENMANIAK, World Wide Made. **IPerf**. Disponível em: <<http://openmaniak.com/iperf.php>>. Acessado em 14 de junho 2008.

OSSAMU, Carlos. **Virtualização uma decisão sem volta**. Info Corporate, São Paulo, n° 42, p.73, março, 2007.

PAUL, Gerard Java. 2001. **Sobre IPtraf**. Disponível em: <<http://iptraf.seul.org/>>. Acessado em: 20 de junho 2008.

PRODANOW, Cleber Cristiano. **Manual de metodologia científica**. 3.ed. Novo Hamburgo, Feevale, 2006. 77p.

PUNKER, Comunidade Fedora Brasil, 2006. **Tutorial IPtraf**. Disponível em: <<http://www.fedora.org.br/fortopic1342.html>>. Acessado em: 15 de junho de 2008.

ROSE, R. **Survey of System Virtualization Techniques**. Disponível em <<http://www.robertwrose.com/vita/rose-virtualization.pdf>> Acessado em 07/03/2008.

SCHMIDT, Hoff Adler. **Análise de desempenho de Virtualização de Rede nos Sistemas Xen e OpenVZ**. Santa Maria. Disponível em <http://www.usr.inf.ufsm.br/~canofre/arquivos/2007/errc_07_ap.pdf>. Acesso em: 14 de maio 2008.

SMITH, J. E. e NAIR, R. **Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processes**, 1.ed., New York, USA,2005. p.164-177.

TRMANCO, By, Open Mania. **QEMU 0.9.1 lançado**. Disponível em: <<http://open-mania.com/2008/01/07/qemu-091-lancado/>>. Acessado em:20 de junho 2008.

VALENTE, Cristine de Sateles, Universidade de Rio Verde – GO, **Conceitos e características do Qemu – máquina virtual**. Disponível em: <<http://www.tbosystems.bluehosting.com.br/blog/media/qemu.pdf>>. Acessado em: 21 de junho de 2008.

VITOR, Luiz e Fernando Ike. **Virtualização com Xen**. Disponível em:<<http://www.4linux.com.br>>. Acessado em: 19 de junho 2008.

VMWARE, Datasheet do Produto. **VMware Server, Virtualização grátis para servidores Windows e Linux**. Disponível em: <http://www.vmware.com/br/pdf/server_datasheet_br.pdf>. Acessado em: 15 de junho 2008.

VMWARE, Inc. **VMware Inc**. Disponível em: <<http://www.vmware.com>> Acesso em: março de 2008.

VMWARE, **Overview**. Disponível em: <<http://www.vmware.com>>. Acesso em: 21/05/2008.

WIKIPÉDIA, **VMware**. Disponível em:<<http://pt.wikipedia.org/wiki/VMware>>. Acessado em: 14 de junho 2008.

WINXLINUX, 2007.**Como instalar o Xen no Ubuntu – Virtualizador tipo VMware**. Disponível em: <<http://www.winlinux.com/instalar-xen-ubuntu-virtualizador-vmware/>>. Acessado em: 17 de junho 2008.