



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UniCEUB  
Faculdades de Ciências Exatas - FAET  
Curso de Engenharia da Computação

# Utilização de Tecnologia Virtual, Máquinas e Redes Virtuais, em Data Center.

por

RODOLFO RODRIGUES SOARES

Trabalho submetido à avaliação,  
como requisito parcial para a obtenção do Certificado de conclusão do curso  
de Engenharia da Computação

Prof. M. Sc. Antonio José Gonçalves Pinto  
Orientador

Prof. Francisco Javier  
Professor da Disciplina

**Brasília, junho de 2006.**

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, criador do céu e da terra, que me permitiu escrever o trabalho aqui apresentado.

A todos que estiveram presentes durante todo o curso de Engenharia da Computação.

Aos professores, que tiveram paciências em transmitir seus conhecimentos não só a mim, mas a todos os alunos do Centro Universitário de Brasília.

Aos meus pais, Lucimar Rodrigues e Adilson Dias, que sempre estiveram dispostos a me apoiar nas decisões tomadas por mim, e as corrigiram quando necessário, me levantaram e me levantam nos momentos difíceis e sempre mostraram um amor incondicional por mim.

Aos amigos e amigas, em especial Priscila Cortez, Rafael Dohms e Tenille Moraes, que compartilharam comigo seus tempos de estudo na Universidade.

E finalmente, ao professor orientador Antônio José, que acompanhou todo o desenvolvimento do trabalho com dedicação e que sempre deu todo apoio necessário para conclusão do trabalho.

## Resumo

Micros e pequenas empresas representam 99,2% das empresas nacionais, este projeto discute as dificuldades financeiras destas empresas ao construir seu próprio *Data Center* e como reduzindo o Custo de Propriedade (TCO) da empresa utilizando tecnologias alternativas. Este projeto apresenta uma solução de *Data Center* utilizando tecnologias virtuais, tais como máquinas virtuais e redes virtuais reduzindo a necessidade de aquisições de equipamentos físicos para o mesmo. Sistemas operacionais e softwares livres também são utilizados no projeto para manter aspectos importantes de um *Data Center* como, por exemplo, redundância, escalabilidade, confiabilidade e disponibilidade além de redução de TCO.

Os resultados obtidos na implementação de um *Virtual Data Center* mostram uma redução de TCO de até 80% em comparação a outros tipos de *Data Center*, esta redução custo pode influenciar negativamente em suas características e atributos, o que leva as empresas a decidirem entre a redução de custos e as possíveis perdas de atributos.

**Palavras chave:** Virtualização, performance, redundância, escalabilidade, confiabilidade, disponibilidade e Data Center.

## **Abstract**

This project addresses the financial difficulties of a small enterprise to build its own *DC* and how to minimize cost, reducing the Total Cost of Ownership (**TCO**) for the enterprise using alternatives technologies. This paper presents a solution using Virtual Technologies, such as virtual machines and virtual network. Additionally, Free Operating System and Software will be used without missing important aspects of a *DC*, such as redundancy, scalability, reliability and availability.

**Key Words:** Virtualization, performance, redundancy, scalability, reliability , availability and Data Center.

# Sumário

Agradecimentos .....	2
Resumo .....	3
Sumário.....	5
Lista de Tabelas .....	8
Lista de Abreviaturas.....	9
Lista de Gráficos.....	10
1. Introdução.....	11
1.1 Motivação .....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Organização .....	13
2 Data Center .....	15
2.1 Características do Data Center .....	17
2.1.1 Modularidade.....	17
2.1.2 Disponibilidade.....	18
2.1.3 Escalabilidade.....	19
2.1.4 Confiabilidade .....	20
2.1.5 Performance.....	21
2.2 TCO – Total Cost of Ownership .....	22
2.3 Servidores e Serviços do Data Center .....	23
2.3.1 Serviço de hospedagem de páginas web .....	24
2.3.2 Serviço de hospedagem de arquivos.....	24
2.3.3 Serviço de sistema de domínio de nomes.....	25
2.3.4 Serviço de Gateway/Firewall .....	26
2.3.5 Serviço de correio eletrônico.....	26
2.4 Tipos Data Center.....	27
2.4.1 Dedicated Data Center.....	27
2.4.2 Co-Location Data Center.....	29
2.4.3 Virtual Data Center.....	35
2.4.3.1 VMWare Server.....	39
2.4.3.2 Xen .....	42
2.4.3.3 Virtual Local Area Network – VLAN.....	44
2.5 Virtualização e Mercado.....	47
2.6 Microempresas e Empresas de Pequeno porte .....	49
3 Descrição do Data Center Virtual proposto.....	51
3.1 Infra-Estrutura .....	52
3.1.1 Switches.....	53
3.1.2 Cabos de Rede .....	56
3.1.3 Energia.....	56
3.1.4 Servidores .....	57
3.1.5 Sistema Operacional.....	60
3.1.6 Software de Virtualização .....	60
3.1.7 Serviços .....	61
3.1.8 Serviço de hospedagem de páginas web .....	62
3.1.9 Serviço de sistema de domínio de nomes.....	63
3.1.10 Serviço de segurança (Firewall/Gateway).....	67
4 Análise de custo e benefício .....	69
4.1 DC Real versus DC Virtual .....	69

4.1.1	TCO – Total Cost of Ownership .....	70
4.1.2	Características.....	76
4.1.2.1	Modularidade.....	76
4.1.2.2	Confiabilidade .....	79
4.1.2.3	Escalabilidade.....	80
4.1.2.4	Disponibilidade.....	81
4.1.2.5	Performance.....	82
5	Conclusão .....	87
5.1	Projetos futuros.....	88
	Referências .....	89
	Anexo I.....	93
	Anexo II.....	99
	Anexo III .....	105
	Anexo IV .....	108

## Lista de Figuras

Figura 1: Sistema de monitoramento 24h via internet da Osasco Telecom .....	30
Figura 2: Cilindros de gás para contenção de incêndios. ....	30
Figura 3: NOC da Osasco Telecom/Intelig .....	31
Figura 4: Portas de aço para acesso ao <i>DC</i> da .comDominio em São Paulo.....	31
Figura 5: Pisos elevados com saídas de ar frio e Racks para alocação dos servidores no <i>DC</i> da Osasco Telecom/Intelig .....	32
Figura 6: Grupo Gerador no <i>DC</i> da .comDomino em São Paulo .....	33
Figura 7: Consolidação pela XenSource .....	36
Figura 8: Console via Acesso remoto. Virtualização via Xen 3.0.....	37
Figura 9 :Consolidação pela VMware Fonte: www.wmware.com.....	38
Figura 10: Console VMWare. Virtualização via VMWare Server. ....	38
Figura 11: Arquitetura de virtualização do VMware Server Fonte: www.vmware.com.....	40
Figura 12: VMNet switches virtuais .....	41
Figura 13: Para-virtualização. Xen 3.0 Fonte: www.xensource.com.....	43
Figura 14: Topologia lógica da rede do <i>DC</i> .....	53
Figura 15: Topologia física da rede do <i>DC</i> Real .....	54
Figura 16: Topologia física da rede do <i>DC</i> Real com redes virtuais.....	55
Figura 17: Console de Gerenciamento do No-Break APC.....	57
Figura 18: <i>DC</i> Virtual.....	59
Figura 19: Alterações no “httpd.conf” dos servidores WEB1 e WEB2 .....	62
Figura 20: Script de criação e configuração da vlan do WEB1.....	62
Figura 21: Script de criação e configuração da vlan do WEB2.....	63
Figura 22: Alterações no “rc.conf” do servidor DNS1.....	64
Figura 23: Script de criação e configuração da vlan do DNS1 .....	64
Figura 24: Alterações no “rc.conf” do servidor DNS2.....	65
Figura 25: Script de criação e configuração da vlan do DNS2 .....	65
Figura 26: Criação do domínio de nome no DNS1 .....	66
Figura 27: Criação da redundância de domínio de nome no DNS2 .....	66
Figura 28: Parâmetros adicionados ao arquivo GENERIC .....	67
Figura 29: Alterações no “rc.conf” do servidor FIREWALL .....	68
Figura 30: Script de criação e configuração da vlan do FIREWALL .....	68
Figura 31: Permanência de Modularidade.....	77
Figura 32: Adicionando Modularidade .....	78

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Comparativos de Valores em <i>DC</i> Dedicados .....	29
Tabela 2: Valores para Co-Location no <i>DC</i> da Osasco Telecom.....	34
Tabela 3: Valores para Co-Location no <i>DC</i> da PS5 .....	34
Tabela 4: Comparativos de Valores em <i>DC</i> Co-Location.....	35
Tabela 5: Estrutura do protocolo VLAN .....	45
Tabela 6: Estrutura do campo TCI do protocolo VLAN .....	46
Tabela 7: Especificação do Servidor do <i>DC</i> Virtual .....	58
Tabela 8: VMWare versus Xen .....	61
Tabela 9: Custo de equipamentos .....	71
Tabela 10: TCO para <i>DC</i> Real .....	73
Tabela 11: TCO para <i>DC</i> Virtual .....	74
Tabela 12: TCO para <i>DC</i> Virtual .....	75
Tabela 13: Perda de recursos Xen e VMware .....	84
Tabela 14: Perda de recursos Xen e VMware .....	85
Tabela 15: Perda de Tempo de resposta de serviço.....	86

## Lista de Abreviaturas

CPD	Centro de Processamento de Dados
CPU	Central Unit Processor – Unidade Central de Processamento
DC	DC
DNS	Domain Name System – Sistema de domínio de nomes
E-mail	Eletronic Mail - Correio eletrônico
FTP	File Transfer Protocol – protocolo de transferência arquivos
GB	Gigabytes
GHz	Giga Hertz
kWh	Kilo Watts hora
LAN	Local Area Network - Rede Local
MB	Megabytes
Mbps	Mega bits per seconds - Mega bits por segundo
MHz	Mega Hertz
MIPS	Millions Intructions Per Second – milhões de instruções executadas por segundo
NCDC	National Climatic DC
NOC	Network Operation Center - centro de operações de rede
OS	Operating System - Sistema Operacional
TCO	Total Cost of Ownership – Custo total de aquisição
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol – protocolo de controle de
TI	Tecnologia da Informação
UPS	Uninterruptible Power Supply: fonte ininterrupta de energia
UTP	Unshilded Twisted Pair - Cabo de Rede Par trançado sem Blindagem
VA	Volt Amper
VDC	Virtual DC – DC Virtual
VLAN	Virtual LAN - Rede Local Virtual
VM	Virtual Machine - Máquina virtual
W	Watts

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1: Latência de rede .....	83
Gráfico 2: Memória e Processador .....	84
Gráfico 3: Escrita e Leitura no Disco .....	85
Gráfico 4: Tempo de resposta de serviço .....	86

# 1. Introdução

O *DC* é uma realidade para as grandes empresas, seja qual for o negócio. Empresas de materiais de construção, de prestação de serviços diversos, de concessionárias de automóveis e outras, trabalham com uma grande quantidade de dados que são armazenados em seu *DC*. Estes dados brutos após integrados geram uma quantidade de informação extremamente vital para empresa. [DIC 4]

As informações do *DC* podem ser utilizadas de diversas formas e com diferentes objetivos de acordo com as necessidades da empresa ou dos seus clientes, maximizando, por exemplo, um processo de *marketing* (publicidade) onde *e-mails* podem viabilizar campanhas sobre um produto ou serviço específico da empresa ou ainda gerar relatórios financeiros. [DIC 4]

O *DC* pode viabilizar diversos serviços dentro da empresa, como por exemplo, banco de dados consolidado, facilitando vários processos realizados, como por exemplo, folha de pagamento de funcionários, o que torna o *DC* importante e na grande maioria das empresas, essencial. A publicação de uma página Web, por exemplo, pode trazer diversos benefícios, como questões de publicidade, apresentação de produtos e serviços prestados pela empresa, vendas pela internet, consultas *on-line* a artigos. Um servidor de banco de dados pode reduzir a quantidade de papéis à zero ou quase zero para alguns processos dentro da empresa, como por exemplo, folha de pagamento e cadastro de materiais ou equipamentos da empresa. [DIC 4]

Um *DC*, também conhecido como CPD (Central de processamento de dados), é formado por diversos equipamentos de informática, como servidores, console de gerenciamento de servidores, *switches*, cabos de rede. O *DC* conta ainda com equipamentos elétricos, como geradores de energia elétrica, quadros de chaves elétricas, fontes ininterruptas de energia

(*Uninterruptible Power Supply* - UPS). Outro aspecto importante de um *DC* é a necessidade de técnicos capacitados para gerenciar os servidores, a execução de rotinas e a manutenção dos equipamentos. Dependendo do seu tamanho, ou seja, da quantidade de equipamentos, também é necessário adquirir sistemas de refrigeração, dessa forma, o custo de implementação ou construção de um *DC* pode variar de dezenas de milhares de reais para atender pequenas empresas com uma ou duas filiais a dezenas de milhões de reais para grandes empresas, como por exemplo, instituições financeiras como Banco do Brasil e a Caixa Seguros. [VIS 16]

## 1.1 Motivação

A maior motivação para virtualização de equipamentos e a utilização de sistemas operacionais livres é a evidente redução do custo de propriedade e a possibilidade de viabilizar a implementação de um *DC* para empresas de menor poder aquisitivo, as chamadas micro e pequenas empresas. Tais empresas, segundo o IBGE, representavam no ano 2000 cerca de 98% das 4,1 milhões de empresas no Brasil, que precisam de um *DC* para dar suporte aos seus serviços. [IBG 17]

Algumas empresas adotaram como solução a terceirização dos seus *DC*. Este modelo de negócio consiste em contratar empresas de grande porte capazes de dar suporte aos seus serviços, garantir o espaço físico para os servidores e, em muitos casos, realizar a manutenção e assegurar a mão-de-obra necessária para disponibilizar todos os serviços.

Considerando-se os altos custos envolvidos e que este tipo de serviço é prestado por poucas empresas, dentre as quais se pode citar a Brasil Telecom, esta solução pode-se tornar inviável para empresas de baixo poder aquisitivo. Assim, este projeto procura mostrar uma

solução econômica e eficiente para implementação de um *DC* para estas empresas de baixo poder aquisitivo. [BRT 15]

Para as empresas de maior poder aquisitivo, as chamadas grandes e médias empresas, cuja existência de um *DC* é essencial para prestação adequada de seus serviços, a utilização de tecnologia de virtualização pode ser implementada visando não melhor utilização dos recursos, integração de servidores e consolidação de serviços. [VMW 6] e [XEN 10]

## **1.2 Objetivos**

Este projeto visa principalmente o estudo da redução de custos na implementação de um *DC* por meio da virtualização de seus componentes físicos como, por exemplo, servidores e switches, e ainda utilizando sistemas operacionais livres, sem prejudicar, principalmente, o desempenho e disponibilidade dos serviços prestados pelo *DC*. O *DC* Virtual implementado buscou apresentar o seu melhor custo/benefício em relação ao desempenho e ao custo total de propriedade, conhecido como TCO (*Total Cost of Ownership*).

## **1.3 Organização**

O trabalho está organizado em cinco capítulos. Os primeiros dois capítulos fazem a apresentação do tema do projeto, fornecem o embasamento teórico do trabalho e o estudo sobre a redução do TCO de um *DC* empregando a virtualização de seus componentes. Nos capítulos seguintes são analisadas as abordagens e técnicas discutidas com vistas à implementação de um *DC* Virtual e comparados os resultados obtidos entre o *DC* real e o *DC*

Virtual. O último capítulo do trabalho traz as conclusões e os estudos futuros. A organização detalhada é descrita a seguir:

- Capítulo 1 - Introduz o trabalho, apresentando o tema do projeto, a motivação e os objetivos da pesquisa;
- Capítulo 2 - Aborda os conceitos de *DC*, suas principais características e importância dentro da empresa. Fundamenta o conceito de *Virtual DC*, incluindo os aspectos de hardware e software, e apresenta um estudo do mercado e das possíveis aplicações da virtualização com o objetivo de reduzir o TCO;
- Capítulo 3 - Descreve todo o ambiente montado no projeto para criação de um *Virtual DC*;
- Capítulo 4 - Apresenta os resultados obtidos e faz uma comparação entre o CPD real e o CPD virtualizado. Mostra ainda, uma análise da relação entre o custo e o benefício de um *Virtual DC*;
- Capítulo 5 - Traz as conclusões do trabalho e as sugestões de estudos futuros.

## 2 Data Center

Um *DC* (CPD – Central de Processamento de Dados) consiste na centralização do processamento de dados de uma empresa ou negócio, e corresponde a um conjunto de equipamentos e pessoas que são responsáveis pelo processamento de informações triviais ou essenciais da empresa.[NAT 18] Fisicamente ele é composto por diversos equipamentos de TI (Tecnologia da Informação): servidores, consoles de gerenciamento, roteadores, switches, cabos de rede, equipamentos elétricos como geradores de energia, estabilizadores, UPS (fontes ininterruptas de energia), sistemas de arrefecimento como ar condicionado. A parte lógica de um *DC* inclui programas de gerenciamento de servidores, sistemas operacionais, bancos de dados, programas proprietários da empresa referentes ao negócio da mesma, programas de segurança e monitoramento e diversos outros tipos de programas. [DIC 4]

A tecnologia da informação (TI) aborda os métodos de manipulação da informação para obter dados de qualidade que auxiliarão nos processos dentro de um *DC* ou mesmo na empresa. Os resultados dos benefícios do uso de TI podem ser obtidos através do emprego de metodologias que envolvem o levantamento da redução de custos e o aumento de produtividade. [PDR 9]

Todos os equipamentos e informações são gerenciados por uma ou mais equipes de TI, que podem conter gerentes, analistas, técnicos e operadores especializados em *hardware* (parte física do *DC*), *software* (parte lógica do *DC*) ou negócio da empresa. [VMW 6] e [XEN 10]

O *DC* pode viabilizar diversos serviços dentro da empresa, facilitando vários processos realizados, o que o torna importante e na grande maioria das empresas essencial para a realização das atividades críticas, rotineiras e/ou primárias. Por exemplo, o filtro de clientes potenciais a adquirir um novo produto lançado recentemente pela empresa dentro de um

registro de milhões de clientes, pode demorar dias ou meses para ser efetuado. Este tipo de busca pode ser facilmente reduzido à horas ou minutos se efetuado dentro de um servidor de banco de dados que faça parte de um *DC*. [NAT 18]

A *National Climatic DC (NCDC)* [NAT 18] é o maior arquivo do mundo de informações relacionadas ao clima e à previsão de tempo de áreas específicas. Sendo que essas informações estão publicadas na internet (rede mundial de computadores) por um servidor de páginas de internet dentro do *DC* e podem ser acessadas por qualquer visitante que esteja conectado à rede mundial de computadores.

Serviços prestados pela *NCDC* são prestados também por diversas outras empresas, pelo governo, por diversas instituições e etc., que publicam páginas de internet, disponibilizam serviços como *Internet Bank* (serviços de transações bancárias), páginas institucionais, campanhas de publicidade por publicações de páginas e envio de *e-mail* (correio eletrônico), entre outros serviços. A reunião e disponibilidade das informações contidas na *NCDC* e em diversas outras instituições são possíveis ou facilitadas através um *DC*. [DIC 4]

## 2.1 Características do Data Center

O *DC* é formado por uma diversidade de *softwares*, *hardwares*, pessoas e informações, que em conjunto respondem pelas principais características do *DC*, ou seja, as características que irão definir os valores financeiros de aquisição, de propriedade e de qualidade do *DC*. A seguir serão introduzidos os conceitos de modularidade, disponibilidade, escalabilidade, confiabilidade e performance.

### 2.1.1 Modularidade

Um módulo é uma unidade separada de um software ou hardware. Em software um módulo é um código ou programa que pode ser desenvolvido ou implementado de forma isolada, e sua retirada ou perda afeta o menos possível o funcionamento do resto do programa e pode ser reutilizado em outros códigos e programas. Em relação ao *hardware*, um módulo é uma unidade compactada em um grande dispositivo que é planejado para ser separadamente trabalhado ou substituído, por exemplo, módulos de memória [DIC 4].

Os *DC* modulares seguem os mesmos princípios que *hardwares* e *softwares*. Dessa forma, cada serviço (software) e servidor (hardware) deve ser, na medida do possível, independentes uns dos outros, ou seja, a retirada de um servidor deve afetar a menor quantidade de serviços possíveis, o desligamento de uma fonte de energia deve atingir a menor quantidade de equipamentos, bem como a parada de um serviço não deve prejudicar outros.

Grandes empresas como a APC Legendary Reliability (Confiabilidade Legendária), uma das grandes fabricantes de produtos de infra-estrutura segundo a revista Info Exame de

2006, vem se preocupando com a modularidade dos DC como diz alguns trechos da artigo publicado no site da Computer World. [CMW 19]

*“No início da indústria automobilística, cada planta de manufatura trabalhava ao seu próprio modo, com linhas de montagem desenhadas para o que, naquele momento, parecia ser o melhor para um determinado produto. Os equipamentos também eram modificados para realizar tarefas específicas. Flexibilidade e padronização não faziam parte do vocabulário de gestores da época. No entanto, o fantasma da concorrência e dos restritos capitais para investimentos recaiu sobre aquela indústria.”*

*“A sobrevivência das montadoras passou a depender de métodos mais inteligentes que proporcionassem a flexibilidade de fabricar diferentes modelos de automóveis na mesma linha de produção. Essa meta foi atingida com a ajuda da padronização de equipamentos e componentes. O exemplo mais emblemático dessa iniciativa veio das linhas de montagem de Henry Ford, que demonstraram avanços impressionantes em termos de capacidade de produção, redução de custos, ganho de qualidade e velocidade na entrega dos produtos.”*

*“Ao longo dos anos, os benefícios provenientes da produção de massa ganharam tanta força e se tornaram tão naturais que, salvas raras exceções, é impossível encontrar hoje alguma montadora que faça uso de ferramentas e itens personalizados. A mesma lógica foi aplicada em diversas outras indústrias, que se desenvolveram e alcançaram altos níveis de flexibilidade, economia de escala e facilidade de aprendizado.”*

*“A palavra-chave comum a todas elas é padronização, um poderoso conceito, essencial na administração e evolução de processos. E por que no caso da infra-estrutura física de redes deveria ser diferente? Em resumo, os módulos padronizados afetam positivamente a disponibilidade, a agilidade e o TCO da infra-estrutura física de rede que estando na base das operações de qualquer empresa atual gera uma onda de alto valor ao longo de toda a cadeia de negócios, envolvendo também processos e pessoas.”*

## **2.1.2 Disponibilidade**

A disponibilidade de um serviço ou servidor, conseqüentemente de um DC é o tempo que o mesmo mantém-se no ar, com os seus serviços disponíveis para suas finalidades. Em geral, a disponibilidade do DC é contabilizada anualmente. Os DC de grande porte disponibilizam seus serviços 99% do tempo, o que totaliza 361,5 (trezentos e sessenta dias e um dia e meio) dias por ano, ou que dá um espaço de 90 horas para eventuais problemas e manutenções programadas nos servidores e serviços. [DIC 4]

A aquisição de equipamentos de *backup*, a existência de rotinas de *backup*, de um quadro de pessoal com profissionais capacitados de TI, de fontes alternativas de energias

como geradores e *no-breaks*, bons *softwares* (sem erros de programação e confiáveis) e a modularidade do *DC* são fatores imprescindíveis para garantir a disponibilidade anual de um *DC*. [NAT 18]

Empresas como a Brasil Telecom disponibilizam estruturas redundantes e fontes de energia alternativas para garantir um nível excelente disponibilidade para seu *DC*, como diz o portfólio da empresa. [BRT 15]

*“Os Cyber DCs utilizam somente equipamentos e software de última geração e altíssima qualidade. Além disso, sua composição, climatização e energia são estruturadas em cadeias de redundância. Desta forma, caso haja falha em algum dos componentes ou equipamentos, imediatamente um outro entrará em atividade de forma a manter o funcionamento ininterrupto de todos os itens em um ambiente constantemente estável. Entre as soluções oferecidas por nosso sistema, estão: firewalls, roteadores, switches, geradores reserva e redundância de circuito elétrico.”* [BRT 15]

### **2.1.3 Escalabilidade**

Escalabilidade é a capacidade de um *software* ou *hardware* de se adequar à uma nova estrutura de funcionamento no quesito de necessidades de acesso, tanto para mais quanto para menos acessos. Escalabilidade é uma propriedade de um sistema, físico ou lógico, que lhe confere a capacidade de aumentar seu desempenho sob carga quando seus recursos físicos são acrescentados a esse sistema. Quando um sistema aumenta o nível de acesso, normalmente é necessário aumentar a quantidade de recursos físicos disponíveis para o mesmo. Em geral, a escalabilidade é facilitada em um sistema que utiliza poucos recursos em um hardware de muitos recursos. [DIC 4] e [WIK 14]

Um *DC* tem como escalabilidade a capacidade de aumentar dentro de suas dependências, equipamentos e pessoal especializado em TI, permitindo atender rapidamente às necessidades de expansão de seus usuários. A capacidade da empresa de manter acordos de fornecimento com os principais fabricantes de equipamentos para atender as necessidades de

projetos especiais de seus usuários são pontos que podem aumentar o fator de escalabilidade do DC. [BRT 15] e [COM 20] Empresas como a .comDomino mostram sua preocupação com a escalabilidade com a citação retirada do site da mesma:

*“Se você faz planos para o crescimento da sua empresa, não pode deixar de pensar na escalabilidade da sua infra-estrutura de DC”.* [COM 20]

#### **2.1.4 Confiabilidade**

A confiabilidade é um atributo relacionado a qualquer parte de um sistema, seja ele lógico (*software*) ou físico (*hardware*) que funciona consistentemente com suas especificações. Por exemplo, os servidores da IBM da série s390 (*Main Frame*), possuem uma alta reputação devido a sua confiabilidade que se originou da sua longa linhagem dos antigos sistemas operacionais OS/390 extremamente confiáveis [DIC 4].

A confiabilidade é um atributo de qualidade de software e hardware, geralmente, definida como a probabilidade operação de ambos, isolados ou em conjunto, sem ocorrência de falhas durante um período especificado de tempo em um determinado ambiente. A confiabilidade de um sistema influencia diretamente à sua disponibilidade. [DIC 4]

A confiabilidade e a disponibilidade compreendem a base de sistemas confiáveis de hardware e software que é definida como o estudo quantitativo do comportamento operacional do sistema com base nos requisitos de usuários e especificações do próprio sistema. [REA 21]

Algumas empresas prestadoras de Serviços de DC disponibilizam redundância “N+1”, que significa ter um equipamento sobressalente para cada equipamento em produção. Esta modalidade de serviço visa alcançar uma confiabilidade excelente. O DC da Terremark, por

exemplo, foi projetado para oferecer disponibilidade superior (99,999%). Todos os sistemas são redundantes: elétricos, refrigeração, combate a incêndios e segurança, garantindo o funcionamento ininterrupto do *DC* mesmo em casos críticos, como racionamento de água e queda de energia elétrica. [DIR 22]

### **2.1.5 Performance**

A performance ou o desempenho de *hardware* e *software* devem responder a certa velocidade às requisições do usuário. Caso estas respostas não sejam satisfatórias aos princípios do sistema, o sistema é considerado de baixo desempenho ou performance. Estas requisições são medidas, normalmente, através da contabilização de instruções executadas por segundo (*MIPS – millions instructions per second*), feita por *softwares* de que simulam a utilização diária de um sistema e são conhecidos com *benchmarks*. No entanto, existem diversos outros parâmetros para análise de performance de sistemas, como por exemplo, o *throughput* (quantidade de dados movidos com sucesso de uma localidade da rede para outra) de um ativo de rede e o *response time* (tempo de resposta de uma requisição de rede). [DIC 4]

## 2.2 TCO – Total Cost of Ownership

A definição de TCO pode ser obtida pelo ciclo de vida de um equipamento, produto ou serviço, que considera os custos de aquisição, propriedade, operação e manutenção ao longo de sua vida útil. O *TCO* ou Custo Total de Propriedade foi aplicado pela primeira vez aos computadores pessoais, desde então vem sendo utilizado em várias áreas de Tecnologia da Informação. [DIC 4]

Todo o custo tido na implementação de um *hardware*, *software* ou solução corporativa seja ela, em mão-de-obra, consultoria, tempo de vida útil, treinamento de usuários, manutenção, auditoria, avaliação, implantação, gerenciamento dos processos e aquisição, são tidos como propriedades do *TCO*. Basicamente, o *TCO* é todo o custo tido em na implementação de uma determinada Tecnologia e sua vida útil, no caso deste projeto, na implementação de um *DC*. [PDR 9]

A tarefa de implantar e manter uma grande infra-estrutura de gerenciamento, com um *DC*, pode tornar-se onerosa e adicionar sobrecarga de trabalho às equipes de TI, o que vem aumentar o Custo Total de Propriedade. [PDR 9]

Em conceitos, o que diferencia um alto custo de *TCO* para um baixo custo de *TCO*, são os níveis de excelência dos principais atributos ou características de um *DC*. Quanto maior o nível de modularidade, disponibilidade, escalabilidade, confiabilidade e performance dos serviços prestados e empregados dentro do *DC*, maior é o custo de propriedade. Obviamente que o valor das informações contidas no *DC* também influencia diretamente no custo de propriedade, assim quanto maior o valor das informações, maior o custo de propriedade. [DIC 4] e [PDR 9]

O custo *TCO* de um *DC Virtual* bem estruturado em estudos e projetos possibilita uma redução de custos de até 80% em relação ao custo de implementação de outros *DC*. Esta

redução de custo pode viabilizar a implementação de um *DC* em pequenas e médias empresas. [VMW 6] e [XEN 10]

## 2.3 Servidores e Serviços do Data Center

Um servidor ou computador prestador de serviços é uma máquina devidamente preparada para dar suporte aos serviços do *DC*. Vários serviços podem ser prestados por um único servidor. No entanto, para um ganho de disponibilidade de serviços e para garantia de maior modularidade é proposto um servidor por serviço. [DIC 4]

O *DC* provê serviços com diversos propósitos para uma empresa e seus clientes. Os serviços prestados podem ser de ordem crítica, como um Banco de Dados com folha de pagamento dos funcionários da empresa ou apenas de ordem trivial ou apenas informativa, como a página da *Intranet* (portais internos e informativos com informações referentes à empresa) responsável por mostrar a folha de pagamento dos funcionários. [NAT 18]

Alguns serviços no *DC* são disponibilizados apenas para dar suporte a outros serviços de ordem crítica, como por exemplo, o serviço de sistema de domínio de nomes (*DNS*) responsável por traduzir os endereços numéricos dos protocolos de *TCP/IP* () para nomes de fácil entendimento e memorização. O *DNS* facilita o acesso a páginas de internet ou até mesmo viabilizar o envio de correio eletrônico que são críticos para as empresas. As seções a seguir apresentam os principais serviços prestados por um *DC*. [DIC 4]

### **2.3.1 Serviço de hospedagem de páginas web**

O serviço de hospedagem de páginas web é atualmente o mais difundido. Essa difusão se deve à expansão da internet mundialmente e a facilidade que páginas de procura, como o Google, [GOO 23]. Este serviço web realiza buscas de informações pontuais, como por exemplo, quando se busca pela palavra carro, o google retorna mais de 15.000.000 (quinze milhões) de resultados, que levam a página publicadas na internet por empresas e *DC* diversos. Este resultado fica 100 vezes maior quando procuramos por *Browser* (interpretadores de páginas de internet), mais de 1.840.000.000 (um bilhão e oitocentos e quarenta milhões) de resultados.

Páginas web são páginas informativos e/ou interativas acessadas por um interpretador como o Internet Explorer da Microsoft ou Firefox da Mozilla que podem trazer desde fotos, imagens, conteúdos estáticos, como por exemplo, paginas informativas, aplicações, filmes e conteúdos dinâmicos. [MOZ 25] e [MSS 24]

### **2.3.2 Serviço de hospedagem de arquivos**

O serviço de hospedagem de arquivos é utilizado para o propósito de transferência de arquivos, comumente utilizado para atualizações de arquivos como imagens, vídeos, sons, documentos, programas, e qualquer outro tipo de arquivos de páginas web [DIC 4]. Pode ser empregado de duas maneiras, sobre uma página web ou normalmente via protocolo de transferência de arquivos (*FTP*). Alguns *DC* que disponibilizam gratuitamente serviços de hospedagem de arquivos como a filefactory.com que disponibiliza 500 MB (*Mega bytes*) de espaço para armazenagem de arquivos e a Box.Net que disponibiliza 1 GB de espaço de armazenamento. [FIL 26] e [BOX 27]

Em geral cada *DC* tem pelo menos um servidor de arquivos para atender a demanda de transferência de arquivos internos da empresa ou externas de clientes e colaboradores de empresa. [FIL 26]

### **2.3.3 Serviço de sistema de domínio de nomes**

As páginas web são acessadas através de um nome normalmente de fácil compreensão e fácil de memorizar como, por exemplo, <http://www.cade.com.br>, no entanto o que trafega pela Internet são endereços *TCP/IP*. Esta tradução de endereços *TCP/IP* no formato numérico de quatro grupos de três números separados por ponto, como o endereço 200.152.161.128 para o formato de domínios [www.cade.com.br](http://www.cade.com.br) é de responsabilidade do serviço de sistema de domínio de nome (*DNS*). [DIC 4] e [WIK 14]

Para registro de domínios na Internet são necessários no mínimo dois servidores *DNS*. Esta premissa para registros de domínios de nomes que os órgãos regulamentadores impõem deve-se a importância dos *DNS* para outros serviços dentro do *DC*. No Brasil o órgão responsável por esse controle é o [registro.br](http://registro.br) acessado pela página de internet no endereço de <http://registro.br>. [REG]

Alguns servidores *DNS* são instalados internamente na empresa com a finalidade de traduzir os endereços *TCP/IP* interno da rede da empresa. Estes serviços são responsáveis pelo registro de domínios da internet são comumente chamados de *DNS* Externo enquanto logicamente os responsáveis por traduzir endereços internos são chamados de *DNS* Interno.

### **2.3.4 Serviço de Gateway/Firewall**

*Firewall* é um programa localizado no servidor *gateway* de uma rede, que protege os recursos e serviços de outras redes. O *gateway* é um nó ou ponto de entrada de uma rede para outra, este pode ser um servidor ou roteador. [DIC 4]

### **2.3.5 Serviço de correio eletrônico**

O correio eletrônico é responsável pela comunicação eletrônica das empresas, tanto internamente quanto externamente. O serviço de *e-mail* é extremamente dependente do serviço de *DNS* tendo em vista que todas as correspondências eletrônicas são destinadas à um domínio registrado no serviço de nomes. [DIC 4]

Existem milhões de páginas web publicadas e registradas no banco de dados dos servidores Google, que oferecem serviços de correio eletrônico (*e-mail*) gratuito, como por exemplo, o gmail (<http://www.gmail.com>) da própria comunidade Google, que oferece 2 GB de espaço para recebimento de correspondência eletrônica e ou ainda a comunidade MSN Hotmail (<http://www.hotmail.com>) que oferece 250 MB.

## 2.4 Tipos Data Center

Existem diversas formas de implementação, tecnologias e finalidades dentro de um *DC*. Os três tipos principais de *DC* são: o *Dedicated* ou *Hosting DC (DC Dedicado)* [COM 20], onde a empresa prestadora de serviço disponibiliza servidores para hospedar os serviços da empresa contratante; o *DC Colocation* [COM 20] e [BRT 15] onde a empresa contratada disponibiliza toda a infra-estrutura, como switches, energia e refrigeração, mão-de-obra, técnicos, espaço físico e todo suporte necessário para o funcionamento dos servidores da empresa contratante; e por último, o *Virtual DC (DC Virtual)*, onde a idéia é utilizar servidores físicos como suporte para diversos servidores virtuais, ou seja, dividir logicamente um servidor físico em diversos servidores virtuais, sendo este último *DC* o escopo do projeto. [WIK 14]

### 2.4.1 Dedicated Data Center

No *Dedicated DC* os equipamentos são alugados de uma outra empresa afim de empregar as aplicações e serviços da empresa contratante. A princípio esta é um tipo de *DC* bastante barato em custos iniciais. Por exemplo, a Dominal.com [DOM 29], empresa de soluções de TI (Tecnologia da Informação) fundada em Botafogo no Rio de Janeiro, oferece servidores dedicados por R\$ 1.050,00 mensais com uma taxa única de instalação de mais R\$ 700,00 e com um contrato de 24 meses. Dessa forma, é possível disponibilizar serviços em um *DC Dedicado* como menos R\$ 2.000,00.

Existem algumas características deste tipo de *DC* que devem ser levadas em consideração. Nenhum equipamento é da Empresa contratante, todos os serviços de

manutenção são da empresa contratada e no término do contrato todo o dinheiro gasto com aluguel dos equipamentos por dois anos mais a taxa de instalação, R\$ 25.300,00, é suficiente para adquirir 12 servidores PowerEdge™ SC430 do Fabricante DELL, um dos maiores líderes do mercado para venda de servidores junto com a IBM, segundo a revista Info de Editora Abril. [IBM 32] e [DEL 12]

As aplicações e serviços ainda continuam sobe responsabilidade da empresa contratante, em alguns casos de *Dedicated* não é possível nem mesmo reiniciar o servidor ou parar seus serviços. Ainda é necessário ter mão de obra qualificada para dar suporte as aplicações, algumas empresas como a Dominal.com mantém técnicos e analistas para dar suporte ao Sistema Operacional do servidor e alguns serviços relacionados à infra-estrutura, outras como a Gennari & Peartree, Projetos e Sistemas (<http://www.gpnet.com.br>) disponibiliza o hardware e provê toda a infra-estrutura de hardware e suporte de redes e comunicação e seu monitoramento para hospedagem das aplicações do cliente, mas a empresa contratante continua responsável pela manutenção de aplicações, serviços e Sistema operacional hospedados nos servidores. [COM 20]

A tabela 1 mostra os valores de um Servidor Dedicado em 24 meses e o valor de servidores dos fabricantes DELL e IBM, foram utilizados servidores PowerEdge™ SC430 e xSeries 206m que em suas configurações originais são equivalentes em valores técnicos. Os servidores dedicados de todas as empresas cotadas também são tecnicamente equivalentes. [IBM 32] e [DEL 12]

**Tabela 1: Comparativos de Valores em DC Dedicados**

<b>Empresa</b>	<b>Taxa de instalação única (R\$)</b>	<b>Mensalidade (R\$) (*)</b>	<b>Custo em 24 mês + Taxa</b>	<b>Quantidade de servidores IBM (R\$ 2.476,00)</b>	<b>Quantidade de servidores DELL (R\$ 1.999,00)</b>
<i>Dominal.com</i>	700,00	1.050,00	25.300,00	10	12
<i>DigiWeb</i>	-	680,00	16.320,00	6	8
<i>HostGold (**)</i>	600,00	1.120,00	27.480,00	11	13
<i>.comDominio</i>	-	2.460,00	59040,00	23	29

(\*) Os valores listados na tabela 1 para a coluna mensalidade, são para um servidor dedicado.

(\*\*) O valor da mensalidade na HostGold é para servidores Linux Red Hat.

Fonte: Sites das prestadoras de serviço, cotado em maio de 2006.

## **2.4.2 Co-Location Data Center**

O Co-location *DC* é muito parecido com o *DC* Dedicado, exceto pelo fato de que não se aluga os servidores, apenas o espaço e infra-estrutura para alocação dos mesmo. Toda manutenção, custos com mão-de-obra, a compra dos servidores, o custo com servidores é da empresa contratante. A empresa contratada fica com a toda infra-estrutura, com a segurança de acesso físico aos servidores, a energia elétrica, a climatização, o monitoramento físico dos servidores, e em alguns contratos, até mesmos os sistemas de backup dos dados e serviços nos servidores da empresa contratada são previstos. [DOM 29]

Dentro de um *Co-location DC*, existem algumas características e aspectos que devem ser levados em consideração durante a contratação. A segurança física do *DC* deve ser mantida, ou seja, todo o acesso às áreas privativas devem ser monitoradas e seguras como mostram as figuras 1 e 2 do *DC* da Osasco Telecom, que representam respectivamente um sistemas de monitoramento, responsável pela segurança lógica e física do *DC* e um sistema anti-chamas para proteção dos servidores. [OSA 30]



**Figura 1: Sistema de monitoramento 24h via internet da Osasco Telecom**

Em caso de incêndio, os detectores soam o alarme e o gás é liberado, retirando mais de 70% do oxigênio, eliminando assim o foco de incêndio. Osasco Telecom/Intelig [OSA 30]



**Figura 2: Cilindros de gás para contenção de incêndios.**

Todos os *DC* mantêm um centro de operações de rede (*NOC – Network Operation Center*), responsável pelo monitoramento dos serviços e infra-estrutura alocados dentro do *DC*. A figura 3 mostra o *NOC* da Osasco Telecom/Intelig. [OSA 30]



**Figura 3: NOC da Osasco Telecom/Intelig**

Algumas empresas como a .comDominio situada na grande São Paulo, oferecem recursos a mais para segurança dos servidores hospedados em um Co-Location *DC*, ela disponibiliza um sistema de segurança composto por portas de aço, como mostra a figura 4, e vidros blindados, que são monitorados e somente pessoas previamente autorizadas e acompanhadas por um funcionário da .comDominio pode ter acesso. [DOM 29]



**Figura 4: Portas de aço para acesso ao *DC* da .comDominio em São Paulo**

Outro requisito importante é o sistema de controle de climatização para evitar superaquecimento dos equipamentos e, conseqüentemente, mau funcionamento dos servidores. A figura 5 mostra o sistema de climatização da Osasco Telecom, onde o ar frio entra pelo piso eleva e o ar quente é exaustado pelo teto, para manter a temperatura ideal do ambiente. [OSA 30]



**Figura 5: Pisos elevados com saídas de ar frio e Racks para alocação dos servidores no DC da Osasco Telecom/Intelig**

As empresas que disponibilizam um *DC* do tipo *Co-Location* devem se preocupar com o fornecimento de energia elétrica para os servidores, bem como proteção contra surtos de tensão. Geradores de energia são comumente utilizados para dar suporte a uma grande quantidade de equipamentos por longos períodos na ausência de energia elétrica. A figura 6 mostra um Grupo Gerador de energia da .comDomino em São Paulo utilizado para backup dos servidores e ativos de rede disponíveis no *DC*. [DOM 29]



**Figura 6: Grupo Gerador no DC da .comDomino em São Paulo**

Apesar de mais caro que os Dedicados, algumas empresas optam pelo *Co-Location* devido à sua mobilidade com os servidores e facilidade de acesso aos servidores, que são proprietários do contratante ou pelo fato de já terem servidores e não disponibilizarem de um espaço físico e com infra-estrutura adequada. Empresas e instituições como a Osasco Internet, a Prefeitura Municipal de Osasco, a Formato Movéis, a Mobile Web, a Blockbuster e a Datasul utilizam de *Co-location DC*.

A Osaco Telecom, Intelig, .comDominio todas situadas em São Paulo, disponibiliza serviços de *Co-location*, bem como a PS5 e Brasil Telecom em Brasília. A cotação dos valores de um *Co-Location DC* é bastante restrita aos clientes, tendo em vista que as empresas contratadas precisam avaliar uma série de fatores para estipular um preço para empresa contratante, como por exemplo a quantidade de servidores, a quantidade de serviços disponibilizados nestes servidores e o tráfego rede gerado por esses. [PS5 31], [BRT15], [DOM 29] e [OSA 30]

A tabela 2 mostra os valores para hospedagem da Osasco Telecom/Intelig para um servidor em torre ou Desktop de 50x50x25cm ou um servidor em rack de 1 a 4 “Us” (“U” são as unidades de medida para um servidor de rack, aproximadamente 5cm de altura por “U”) baseado na velocidade do link de conexão com a empresa contratante. [OSA 30]

**Tabela 2: Valores para Co-Location no DC da Osasco Telecom**

<b>Velocidade</b>	<b>64 kbps</b>	<b>128 kbps</b>	<b>256 Kbps</b>	<b>512 kbps</b>	<b>1024 kbps</b>	<b>2048 kbps</b>
<b>Mensalidade (*)</b>	R\$ 590,00	R\$ 750,00	R\$ 950,00	R\$ 1.250,00	R\$ 1.850,00	R\$ 2.450,00

(\*) Valores retirados do site de Osasco Telecom e sujeitos a alteração de acordo com o prestador de serviço. [OSA 30]

A Osasco Telecom disponibiliza técnicos 24x7 (24 horas por 7 dias na semana), energia redundante (Geradores) e dois endereços *IP's* pelos preços estipulados na tabela 2.

A tabela 3 mostra os valores para hospedagem da PS5 Networks Soluções e Serviços Internet para hospedagem de Servidores em seu *DC*. A PS5 não disponibiliza os valores para links inferiores à 256kbps em seu site [PS5 31]. Para todos os valores na tabela existe uma taxa de inscrição única de R\$ 50,00 para contratos menores de 12 meses. Tabela de valores baseada na velocidade de conec.

**Tabela 3: Valores para Co-Location no DC da PS5**

<b>Velocidade</b>	<b>256 Kbps</b>	<b>512 kbps</b>	<b>1024 kbps</b>	<b>2048 kbps</b>
<b>Mensalidade(*)</b>	R\$ 700,00	R\$ 1.300,00	R\$ 2.500,00	R\$ 4600,00

(\*) Valores retirados do site de PS5 Networks Soluções e Serviços Internet e sujeitos a alteração de acordo com o prestador de serviço. [PS5 31]

As demais empresas como a Brasil Telecom e .comDominio, não disponibilizam seus preços na internet, ou utilizam de outros parâmetros para retirar seus valores para um *Co-Location DC* o que inviabilizou uma cotação. [DOM 29] e [BRT 15]

Como feito nos *Dedicated DC*, a tabela 4 traz um comparativo de valores entre as duas empresas e a quantidade de possíveis compras de servidores com o valor pago no *Co-Location* no período de 2 anos. Os servidores dos fabricantes DELL e IBM em questão são de mesmos modelos utilizados na tabela 1.[DEL 12] e [IBM 32]

**Tabela 4: Comparativos de Valores em DC Co-Location**

<b>Empresa</b>	<b>Taxa de instalação única (R\$)</b>	<b>Mensalidade (R\$) (*)</b>	<b>Custo em 24 mês + Taxa</b>	<b>Quantidade de servidores IBM (R\$ 2.476,00)</b>	<b>Quantidade de servidores DELL (R\$ 1.999,00)</b>
<i>OsascoTelecom</i>	-	1.850,00	44.400,00	17	22
<i>PS5</i>	-	2.500,00	60.000,00	24	30

(\*) Pode variar de acordo com os fabricantes e prestadores de serviço, valores cotados em Maio de 2006.

### **2.4.3 Virtual Data Center**

Existem atualmente algumas definições para *Virtual DC* ou *DC Virtual*. A virtualização, é um termo que a muito vem sendo utilizado para descrever o processo de junção de vários dispositivos de armazenamento de forma a aparentar existir um único dispositivo, com a capacidade de todos os dispositivos de armazenamentos envolvidos na rede de armazenamento (*SAN – Storage Area Network*). No entanto, a palavra virtualização e virtual no que tange a TI ganharam e ganham uma utilização mais ampla. [DIC 4]

Virtual no sentido literário da palavra, segundo o dicionário da língua portuguesa, significa algo que existe, mas sem exercício ou efeito real. [DIC 5]

Diversas empresas especializadas em consolidar vários servidores em um único servidor, como a Microsoft, VMWare, XenSource vem utilizando o termo virtual e virtualização em suas técnicas para consolidação de servidores. No entanto, *Virtual DC* (VDC) é o mesmo nome dado para um *software open source* (código aberto) cujo objetivo é construir uma biblioteca de dados para compartilhar pesquisas e desenvolvimento de uma coleção de dados e documentos virtuais. [VMW 6], [XEN 10], [DIC 4] e [SOU 33]

A consolidação de diversos servidores físicos em único servidor é chamada de virtualização de servidores. A transformação de uma parte ou de todos os componentes de um *DC* para uma estrutura virtual torna este *DC*, um *Data Center Virtual*. [XEN 10] e [VMW 6]

Um *DC* utiliza aproximadamente 15% de sua capacidade de processamento, ou seja, servidores caros são adquiridos e apenas 15% de seus recursos são utilizados, softwares como VMWare Server, Xen 3.0 e Virtual Server, são desenvolvidos para criar uma camada de virtualização dentro dos servidores físicos a fim dar suporte à várias instâncias de servidores virtuais, reduzindo a quantidade de servidores dentro do *DC* otimizado a utilização dos recursos do servidor e, conseqüentemente, do *Data Center*. [XEN 10], [VMW 6] e [MSS 24]

A figura 7 mostra a consolidação de três servidores virtuais, com sistemas operacionais distintos (Linux, Windows e Solaris) com suas respectivas aplicações em um servidor físico. [XEN 10]



**Figura 7: Consolidação pela XenSource**

Todos os servidores virtuais são gerenciados por uma única console como mostra a figura 8. Na parte superior esquerda o Suse na direita o NetBSD e na inferior esquerda o Red Hat Enterprise e na direita o Fedora. [XEN 10]

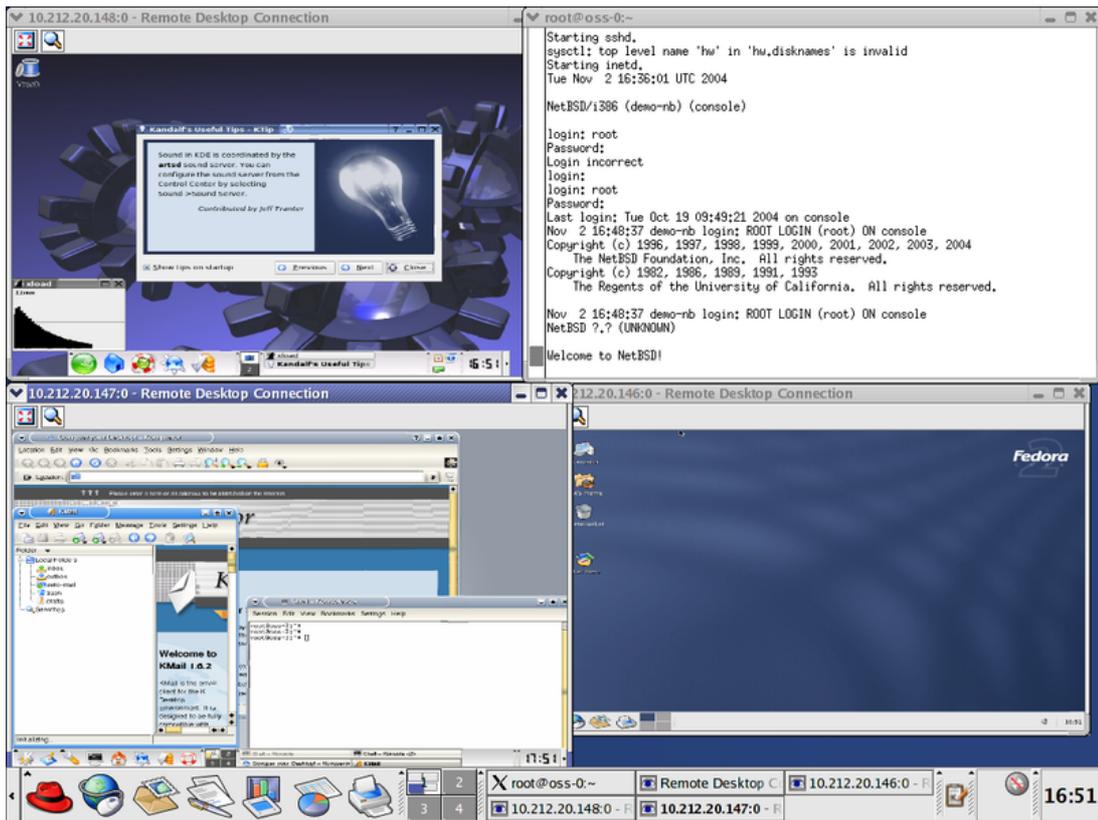


Figura 8: Console via Acesso remoto. Virtualização via Xen 3.0

Existem diversas distribuições do VMWare para virtualização de máquinas e servidores: a versão VMWare Workstation, para desenvolvimento; a versão VMWare GSX para ambientes de produção de baixa disponibilidade; a versão VMWare ESX para DC de alta disponibilidade e desempenho; e por último, a versão VMWare Server, que diferente das outras versões, é disponibilizada gratuitamente pela Internet e também é utilizada para servidores de produção.

[VMW 6]

A figura 9 mostra a consolidação/virtualização de quatro servidores (na figura representado por *Virtual Machine*) em uma máquina física (na figura representado por *Hardware*) com sistemas operacionais distintos, Linux e Windows, junto a suas aplicações (na figura representado por *Application*) sobre uma camada de virtualização (representado por *VMWare Server*) e um sistema operacional (na figura representado por *Windows or Linux Operating System*). [VMW 6]

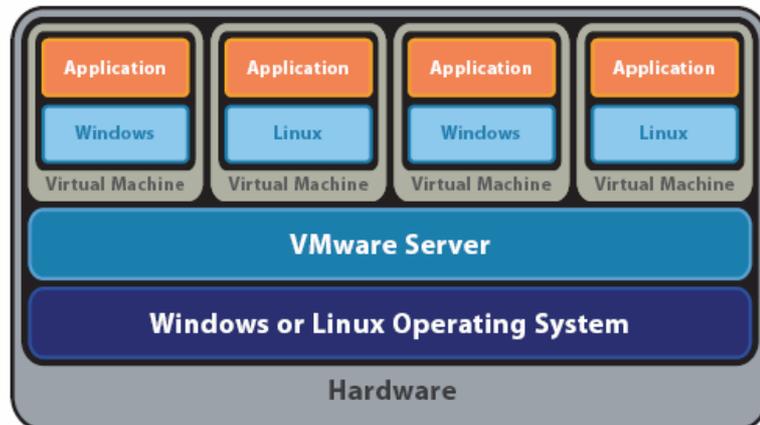


Figura 9 :Consolidação pela VMware Fonte: www.wmware.com

Como no Xen, o VMware Server permite que todos os servidores virtuais sejam gerenciados por uma única console como mostra a figura 10. Na parte superior esquerda um máquina virtual com Red Hat e na inferior direita um servidor consolidado com FreeBSD. [VMW 6]

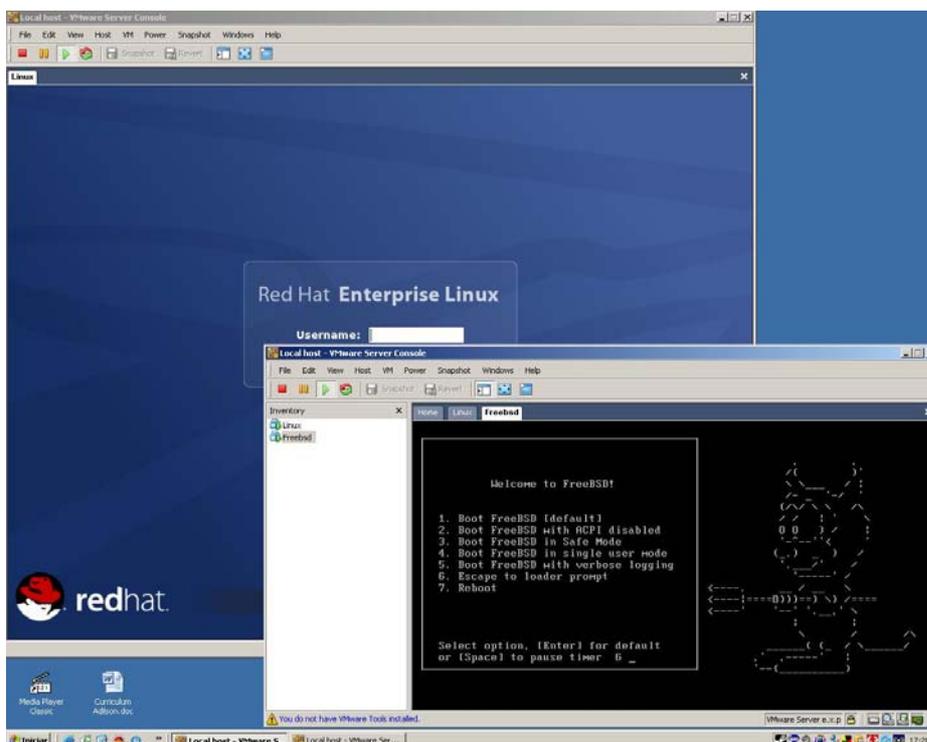


Figura 10: Console VMWare. Virtualização via VMWare Server.

Um *DC Virtual* reduz o custo de TCO de um *DC* em até 80% e sua perda de performance é igual ou inferior à 10% dependendo dos servidores e aplicações virtualizadas. Além da redução de custo, a virtualização traz ainda um ganho de disponibilidade e otimiza a utilização dos recursos do *DC*. [VMW 6] e [XEN 10]

Serão introduzidos neste capítulo dois softwares para virtualização: o VMWare Server e o Xen 3.0.

### 2.4.3.1 VMWare Server

*Software* de virtualização para Linux e Windows, permite que as empresas segmentem servidores físicos em múltiplos servidores virtuais. De fácil utilização e robusto o VMWare Server é baseado em tecnologia de virtualização utilizado a mais de seis anos por milhares de usuários. [VMW 6]

Uma máquina virtual (VM – *Virtual Machine*) é um servidor lógico, ou seja não existe fisicamente, ele funciona exatamente como os servidores físicos, não entanto ele oferece algumas vantagens sobre os servidores físicos como melhor modularidade, é possível mover um servidor virtual para qualquer outro servidor físico e melhor utilização de recursos do servidor físico, também conhecido como *Host Server*. Servidores Virtuais são completamente isolados uns dos outros e cada componente ou periférico físico é virtualizado pela camada de virtualização para um periférico ou componente virtual. [VMW 6]

Os recursos da máquina real, ou máquina *Host* (Servidor físico, hospedeiro dos Servidores convidados, virtuais), como memória, placa de rede e disco físico, são compartilhados de forma independente e reservados, ou seja, uma máquina host que possua 1Gb de memória RAM poderia ter dividir de forma independente entre todas as VM's, por

exemplo, três máquinas virtuais com 256 Mb de memória RAM reservados para cada uma delas. Não é possível criar quatro máquinas virtuais, pois é preciso reservar memória para o sistema operacional da máquina *host*, o mesmo ocorre para o disco rígido, pode-se adicionar mais de um disco virtual independente e reservado em cada máquina virtual. A figura 11 ilustra a virtualização de três servidores (*Operating System*) e suas aplicações (*Application*), através de uma camada de virtualização (*Virtualization Layer*) criada pelo software VMWare. Toda a estrutura é suportada fisicamente por um servidor de baixa plataforma, *ix86 (Intel Architecture)* que está sobre um sistema operacional *host (Host Operating System)* e pelo compartilhamento dos recursos físicos, processador (CPU), memória (*Memory*), placa de rede (NIC) e disco rígido (HD). [VMW 6]

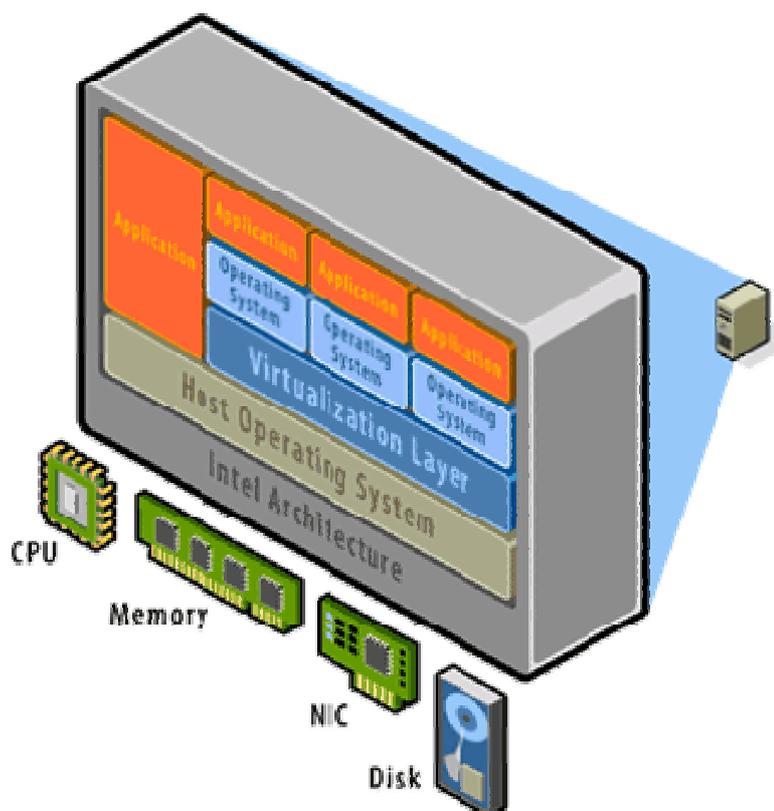
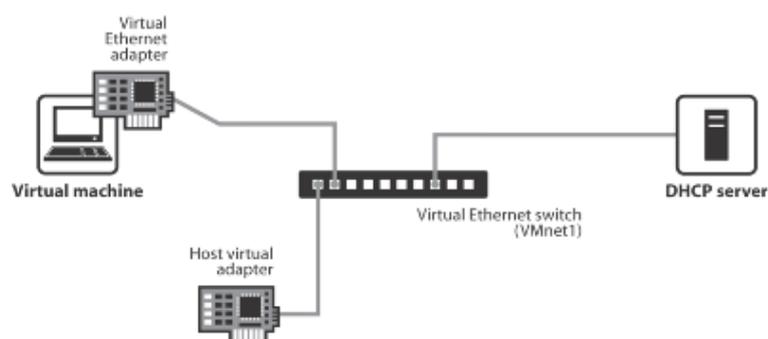


Figura 11: Arquitetura de virtualização do VMware Server

Fonte: [www.vmware.com](http://www.vmware.com)

O compartilhamento de placa de rede é semelhante aos de memória e disco, apesar de compartilhado, cada placa de rede física é dedicada a uma VMnet (“*Switch Virtual*”). A figura 12 mostra a integração de um servidor real (DHCP Server) com um servidor virtual (Virtual Machine) através do switch virtual (VMNet 1), a comunicação do switch virtual com os servidores virtuais é dada pelas placas de rede virtuais (*virtual ethernet adapter*) e a comunicação do switch virtual com o servidor real é dado pela placa de rede real (*host virtual adapter*). O software VMWare possui uma limitação de três placas de redes virtuais por VM e oito switch virtuais. Esta limitação nos permite externar apenas uma quantidade de redes virtuais iguais as placas de rede reais existentes na máquina física. Neste caso iríamos perder, além de aumentar o custo do *DC*, devido a necessidade de adquirir placas de rede e switch adicionais além de perdermos o aspecto da escalabilidade de um *DC* Real. Para contornar este problema e manter a escalabilidade, será utilizado em todas as máquinas virtuais o protocolo de rede 802.1q, que será explicado nos próximos itens. [VMW 6]



**Figura 12: VMNet switches virtuais**

### 2.4.3.2 Xen

Originalmente desenvolvido pela System Research Group na universidade de Cambridge Computer, a comunidade XenSource vem se tornando um grande nome na virtualização de servidores. Essa comunidade mantém grandes parcerias com as maiores empresas de infra-estrutura de TI do mercado como, por exemplo a Intel, a IBM, HP, a AMD, a Novell e a Red Hat. [XEN 10]

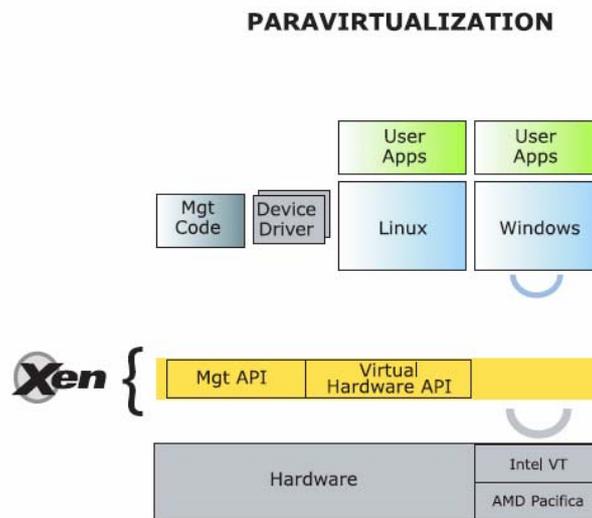
Existem duas distribuições do Xen, para empresas conhecido como XenEnterprise e a versão gratuita Xen 3.0, sendo esta última a versão escolhida para o projeto, tendo em vista que é gratuita. [XEN 10]

O Xen utiliza uma tecnologia de virtualização própria chamada Para-Virtualização que oferece uma performance aos sistemas operacionais virtualizados bem próxima à performance do servidor físico. Com esta tecnologia o Xen possui uma perda de performance de apenas 5% o que chega a ser 7 vezes menos que alguns softwares de virtualização que não utilizam a para-virtualização. [XEN 10]

Virtualização de Sistema operacional (*OS Virtualization – Operating System Virtualization*) é adquirido através de uma camada de *software* que é inserida entre o *hardware* e os sistemas operacionais virtualizados do servidor, conhecida como Supervisor (*Hypervisor*). Cada OS interpreta que o hardware é exclusivo e todos os recursos do servidor físico estão sobre seu controle, mas na verdade o Hypervisor é quem está gerenciando e compartilhando todos os recursos de forma transparente para os Sistemas Operacionais Virtualizados. [XEN 10]

Todo o hardware do servidor físico, como gerenciadores de memória, dispositivos de entrada e saída (*I/O - Input/Output*), processadores. é acessado e controlado pelos sistemas operacionais virtuais através do *hypervisor*. A figura 13 mostra a *paravirtualization* de dois sistemas operacionais. O *hypervisor*, Xen responsável por dar suporte às API's de

gerenciamento e hardware virtual, que constituem a camada de virtualização. E os dispositivos e periféricos (*Device Drivers*) do servidor físico (*Hardware*) são acessados “diretamente” pelos OS, porem controlados de forma independente pelo Xen.



**Figura 13: Para-virtualização. Xen 3.0**

Fonte: [www.xensource.com](http://www.xensource.com)

Fabricantes de processadores já incorporam fisicamente em seus processadores uma tecnologia para favorecer a criação de Máquinas Virtuais, por exemplo, VT-x e o Pacifica, respectivamente, da Intel e AMD. Alguns desses processadores, modelos 672 e 662, por exemplo, já estão disponíveis no mercado. Para o Xen essa tecnologia permite que SO (sistemas operacionais) como Windows seja virtualizados, como mostra a figura 13. [XEN 10] e [INT 34]

### 2.4.3.3 Virtual Local Area Network – VLAN

Redes Locais (LAN – Local Area Network) são definidas por seus domínios de *broadcast* (envio de uma mensagem para todos os ativos de rede e servidores na mesma rede local), normalmente um grupo de computadores e dispositivos associados que compartilham de mesma linha de comunicação. [DIC 4]

As VLAN's são domínios de broadcast ou redes lógicas, segmentadas dentro de um único ativo de rede ou servidor. As VLAN's são regidas pelo padrão IEEE 802.1. Em conjunto com as VLAN's é utilizado o 802.1q, este protocolo tem como principal função etiquetar (TAGGING) cada Frame que passa pela placa de rede ou switch, a fim de identificar a que rede virtual (VLAN) pertence o frame em questão. [DIC 4], [CIS 3] e [TOR 2]

O fato das VLAN's serem baseadas em conexões lógicas e não físicas, as tornam bastantes flexíveis para gerenciamento de utilização de banda, otimização de recursos e segmentação de domínios de broadcast. [JAV 8] e [I3E 7]

Existem os seguintes tipos de para os switches VLAN's:

- Controlados por portas físicas do switch.
- Baseado nos endereços MAC (*Media Access Control* – Controle de acesso ao meio).
- Baseados em protocolos de camada três, filtrando os tráfegos de IP's.
- Emulação de LAN (*LANE* – *LAN Emulation*) onde o endereço Ethernet (MAC) é convertido para endereços ATM (*Asynchronous Transfer Mode* – Modo de transferência assíncrono)

O padrão IEEE especifica métodos para tagging frames (rótulos de quadros de rede) com informações da VLAN à que este pacote pertence. O 802.1q foi criado com a intenção de segmentar os domínios de Broadcast a fim de reduzir o tráfego de desnecessário nas redes locais (LAN). A tabela 5, mostra como é dividido um frame com tagging. [JAVVIN]

**Tabela 5: Estrutura do protocolo VLAN**

<b>Bites</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>42-1496</b>	<b>4</b>
<b>Campo</b>	Preamble	SFD	DA	SA	TPID	TCI	Type Length	Data	CRC

Descrição dos segmentos do frame:

- Preamble (PRE) – 7 bytes. Pares alternados de zeros e uns que informam ao receptor do frame a chegada do memos, afim de sincronização entre o receptor e transmissor.

- Start-of-frame delimiter (SFD) – 1 byte. Pares alternados de zeros e uns terminados com dois 1 consecutivos, que indicam que o próximo bit é o início do endereço de destino.

- Destination address (DA) – 6 Bytes. Indica o endereço de destino do frame.

- Source address (SA) – 6 Bytes. Indicam o endereço de origem do frame.

- TPID – 2 Bytes. Defini o tipo de protocolo do frame, quando carrega o valor 8100, este frame utiliza 802.1q

- TCI – 2 Bytes. Campo de controle de informações da Tag (etiqueta) incluindo prioridade e identificação de VLAN. A tabela 6 mostra a organização do campo TCI.

**Tabela 6: Estrutura do campo TCI do protocolo VLAN**

<b>3bits</b>	<b>1bit</b>	<b>12bits</b>
User Priority	CFI	Bits da identificação da VLAN ID (VIDI) para identificar as VLANs

- User Priority – 3 Bits. Define a prioridade de usuários. Definido no IEEE 802.1p

- CFI – 1 Bit. Indicador de Formato Canônico é sempre zero para Switches Ethernet. É utilizado por questões de compatibilidade entre redes Ethernet e Token Ring. Se um frame é recebido com o valor 1 no CFI este pacote não deve ser encaminhado para uma porta não etiquetada.

- VID – Identificador de VLAN é basicamente uma seqüência de 12 bits responsáveis por identificar a rede virtual, um total de 4094 redes podem ser criadas, tendo em vista que o primeiro ID (0) é utilizado para identificar a prioridade dos frames e o último 4095 (FFF) é reservado.

- Length/Type – 2 Bytes. Este campo indica o número de Bytes que contém no campo de dados ou o tipo de identificação do frame, casos seja montado com algum formato especial.

- Data – Seqüência de “n” bytes entre 42 e 1496 que carregam os dados efetivamente.

- Frame check sequence (FCS) – 4 Bytes. Seqüência de 32 bits de valores de checagem redundante cíclica (*CRC – cyclic redundancy check*) criado pelo MAC transmissor e recalculado pelo MAC receptor para checagem de *frames* danificados.

## 2.5 Virtualização e Mercado

A virtualização vem sendo bastante visada por diversas empresas, tanto na utilização da tecnologia quanto no desenvolvimento da mesma. [COM 35] e [DOM 15]

Em nível de utilização da tecnologia, ou seja, virtualização de servidores, empresas de porte nacional como a empresa de telecomunicação Telemar em São Paulo e Hospital Santa Luzia, em Brasília, vêm utilizando a virtualização para virtualizar servidores. A Telemar virtualizou 430 servidores em 80 servidores, segundo a Contrix, representante da VMware no Brasil. [CON 35], o Hospital Santa Luzia tem todo o seu *DC*, 20 servidores virtualizado em dois servidores em *cluster* dando suporte a serviços de missão crítica, como por exemplo, todos os bancos de dados do hospital. [VIS 16]

Diversas outras empresas estão utilizando a virtualização de servidores, seja por economia de espaço, seja por economia financeira ou mesmo por otimização de utilização de recursos, como por exemplo, a CTIS, em Brasília, que virtualizou oito servidores em um servidor em seu *DC*, a empresa E-Sales que possui um *DC* virtual com cinco servidores virtuais suportados por um único servidor físico e a Caixa Seguros que está implementando em seu *DC* a virtualização de alguns de seus servidores. [VIS 16]

Em paralelo as empresas que estão utilizando a virtualização em seus *DC*, as empresas que desenvolvem softwares de virtualização, estão investindo a anos, como por exemplo, a VMWare que está no mercado desde de 1999, desenvolvendo exclusivamente softwares para virtualização e hoje já possui diversas distribuições de seu software, VMWare GSX e ESX são dois dos softwares desenvolvidos. A XenSource community, é uma comunidade que disponibiliza o Xen Hypervisor gratuitamente pela internet, e atualmente este software se já encontra na versão 3.0. O Xen 3.0 deu origem ao Xen Enterprise, uma versão mais robusta do Xen 3.0, esta versão ainda é uma versão OpenSource, no entanto, ela não é disponibilizada

gratuitamente. Este é mantido pela XenSource Enterprise. A XenSource, é a união da empresa e da comunidade. [XEN 10] e [VMW 6]

Em parceria como as empresas de desenvolvimento de softwares, empresas de desenvolvimento de hardware vêm trabalhando em desenvolvimento de componentes físicos voltados para a virtualização. Os fabricantes de processadores, Intel e AMD, estão trabalhando em processadores desenvolvidos com recursos exclusivos para virtualização. Estes processadores foram nomeados de VT-x e Pacifica, respectivamente, da Intel e AMD.

Os fabricantes de servidores, como por exemplo, a IBM, a HP e a DELL, estão montando servidores com características voltadas para a virtualização. É possível acessar o site de qualquer um desses e adquirir um servidor com um software de virtualização já incluso em seu valor total. [IBM 32], [HP 36] e [DEL 12]

## 2.6 Microempresas e Empresas de Pequeno porte

Em 2002, o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística publicou que o número de micro e pequenas empresas no setor formal urbano (excluindo setor governo) era de 4,88 milhões, representando 99,2% do total de 4,918 milhões de empresas. [IBG 17]

O Sebrae, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, trabalha desde 1972 pelo desenvolvimento sustentável das empresas de pequeno porte. A definição de micro e pequenas empresas permite que as firmas classificadas dentro dos limites estabelecidos possam usufruir os benefícios e incentivos previstos nas legislações que dispõem sobre o tratamento diferenciado ao segmento, e que buscam alcançar objetivos prioritários de políticas públicas, como o aumento das exportações, a geração de emprego e renda, a diminuição da informalidade dos pequenos negócios, entre outras. [SEB 37]

No Estatuto de 1999, os valores adotados para definir as microempresas e empresas de pequeno porte foram R\$ 244.000,00 e R\$ 1.200.000,00, respectivamente. Posteriormente esses valores foram atualizados pelo Decreto nº 5.028/2004, de 31 de março de 2004, que corrigiu os limites originalmente estabelecidos. Os limites atuais são os seguintes: [SEB 37]

- Microempresa: receita bruta anual igual ou inferior a R\$ 433.755,14 (quatrocentos e trinta e três mil setecentos e cinquenta e cinco reais e quatorze centavos);
  
- Empresa de Pequeno Porte: receita bruta anual superior a R\$ 433.755,14 e igual ou inferior a R\$ 2.133.222,00 (dois milhões, cento e trinta e três mil, duzentos e vinte e dois reais).

Além do critério adotado no Estatuto, o SEBRAE utiliza ainda o conceito de pessoas ocupadas nas empresas, principalmente nos estudos e levantamentos sobre a presença da micro e pequena empresa na economia brasileira, conforme os seguintes números [SEB 37]:

- Microempresa:

I) na indústria e construção: até 19 pessoas ocupadas;

II) no comércio e serviços, até 09 pessoas ocupadas;

- Pequena empresa:

I) na indústria e construção: de 20 a 99 pessoas ocupadas;

II) no comércio e serviços, de 10 a 49 pessoas ocupadas.

Segundo pesquisa realizada pela revista exame, as empresas estão investido cada vez mais em TI, a média de investimento no Brasil era de 2.6 % do faturamento líquido das empresas em 1994 e em 1998 aumentou para 3.4 %. [EXM 13]

Foram pesquisadas quatro empresas de ramos de negócios diferentes para cálculo do percentual de lucro líquido uma petroquímica, uma de desenvolvimento de equipamentos médicos, uma de desenvolvimento de equipamentos de TI e outra no ramo agropecuário e de fertilizantes, respectivamente, a Petroquímica União (PQU), a Medtronic, a Itautec e a Bunge Brasil. O faturamento líquido das quatro empresas variou de 2,93% a 8,25% sendo a média de 6,1%. [PQU 40], [ITA 41], [MED 42] e [BUN 43]

### 3 Descrição do Data Center Virtual proposto

Quando se pensa em virtualização de servidores, o primeiro passo a se tomar é o sistema operacional que irá suportar a camada de virtualização para os servidores consolidados ou máquinas virtuais. No segundo passo vem o estudo dos possíveis softwares que irão criar e suportar a camada de virtualização, ou seja, os programas que serão diretamente responsáveis pelas máquinas virtuais. Em seguida, é necessário adquirir o servidor ou servidores necessários para virtualização e fazer uma análise laboratorial dos serviços que se pretende implementar nos servidores virtuais e das características perdidas durante a virtualização, como por exemplo, performance. Com base nas análises realizadas no capítulo 4 é possível retirar a melhor relação entre Redução de custo de aquisição (TCO) e Perdas de características do *DC*. Esta análise baseia a tomada de decisão de virtualizar ou não os serviços pretendidos para o *DC*.

Nesta monografia foram tomadas diversas decisões em relação aos custos de implementação do *DC* e os benefícios e perdas da virtualização, que serão descritas neste capítulo e no capítulo sucessor, tendo em vista que o principal objetivo é a redução de custo TCO, sem prejudicar as principais características do *DC* apresentadas no capítulo 2.1.

O *DC* criado para o projeto irá prestar serviços de hospedagem de páginas Web na internet. Os itens consecutivos descreverão a infra-estrutura e implementação do *DC* real e do *DC* virtual. Foram testados os dois softwares de virtualização: o Xen 3.0 e o VMWare Server.

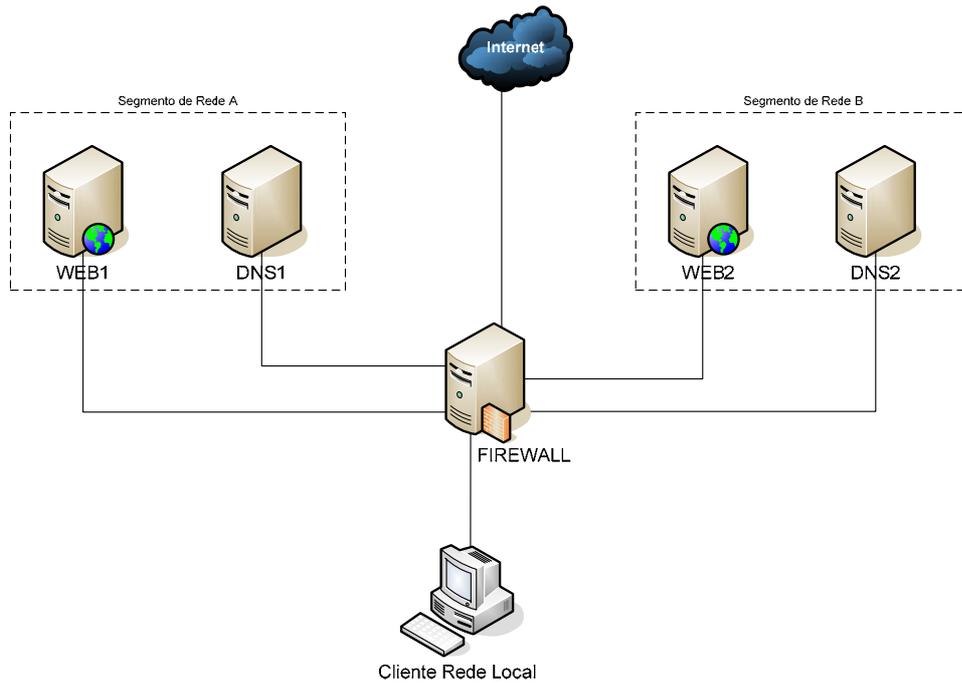
Devido as facilidades instalação e configuração, como mostra a tabela 8, página 60, que o VMWare Server apresenta, a implementação do *DC* Virtual para apresentação do projeto foi realizada sobre o software de virtualização da VMWare.

### 3.1 Infra-Estrutura

Entende-se por infra-estrutura todos os requisitos físicos e lógicos, respectivamente hardware e software, para implementação do *DC* prestador de serviços de hospedagem de páginas.

Toda a infra-estrutura necessária para implementação do *DC*, real e virtual, será descrita neste item do capítulo. O *DC* real não foi implementado na prática, no entanto são apresentadas no projeto as necessidades de infra-estrutura para sua implementação. A figura 14 mostra a topologia lógica da rede do *DC* independente de sua implementação (real ou virtual) e está dividida em quatro segmentos de rede: o segmento A, o segmento B, a Internet e a Rede Local. A topologia contém um servidor de segurança e Gateway/firewall (FIREWALL), dois servidores de páginas web (WEB1 e WEB2), dois servidores de nome (DNS1 e DNS2) e clientes internos e externos, respectivamente, rede local e internet.

Na topologia lógica não é expresso os hardwares dos switches, apenas a idéia de conexão com o Gateway/Firewall.

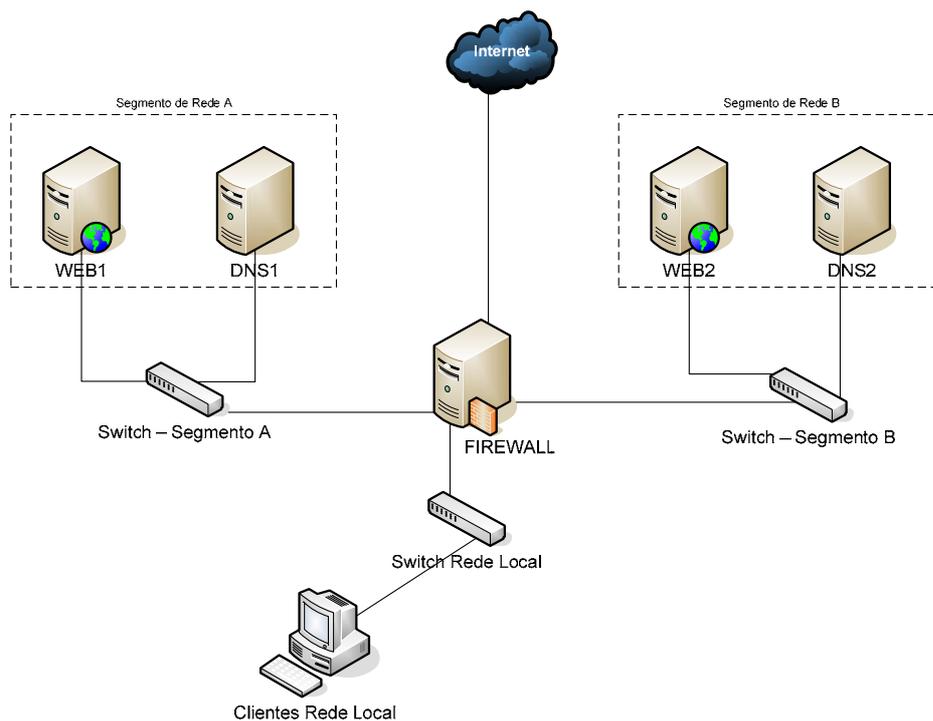


**Figura 14: Topologia lógica da rede do DC**

### 3.1.1 Switches

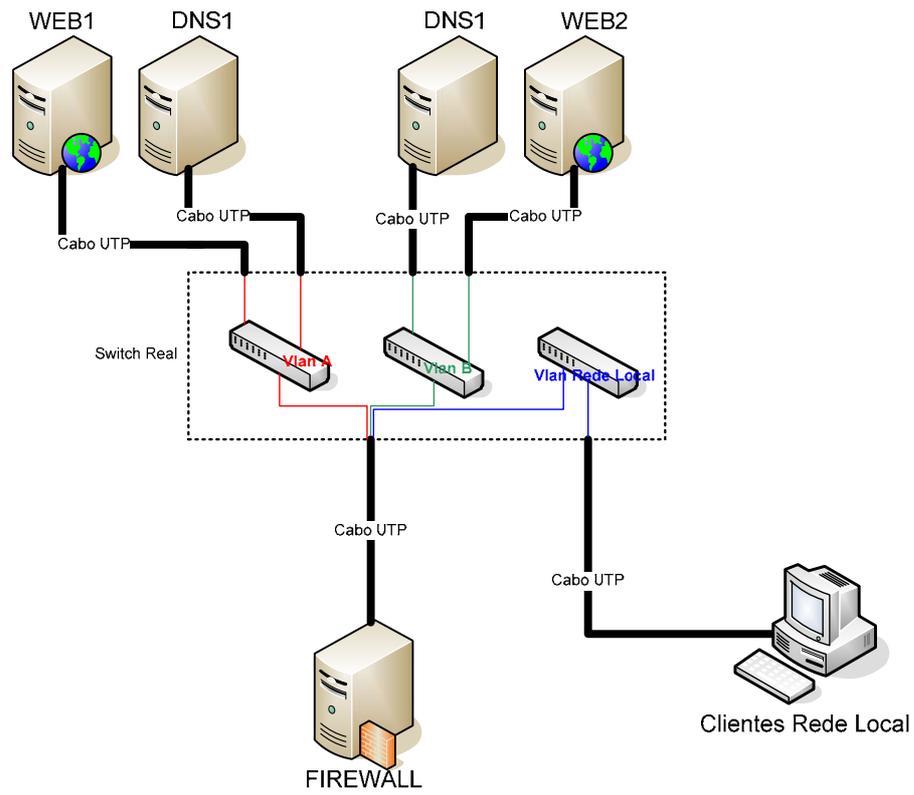
Para comunicação dos servidores no mesmo segmento ou em segmentos distintos, foram utilizados switches de oito portas com velocidade de até 100 Mbps, modelo D-Link 1008D.

Para a implementação da topologia lógica, expressa na figura 14, de um *DC* Real sem VLAN seriam necessários no mínimo três switches. Esta solução é apresentada na figura 15, onde os segmentos de rede estão separados por switches.



**Figura 15: Topologia física da rede do DC Real**

Para a implementação da topologia lógica, expressa na figura 14, de um *DC Real* com VLAN seria necessário somente um *switch*, como mostra a figura 16, onde os segmentos de rede estão separados por redes virtuais (VLAN). Com a utilização de redes virtuais é possível reduzir em 66% (2/3) a quantidades de ativos de redes necessários para implementar o *DC*.



**Figura 16: Topologia física da rede do DC Real com redes virtuais**

### **3.1.2 Cabos de Rede**

Para conexão entre servidores e os ativos de rede (*switches*), foram utilizados cabos de rede par trançados não-blindados (*UTP – Unshilded Twisted Pair*) de categoria 5e. Padrão de mercado.

### **3.1.3 Energia**

Foram utilizados UPS da fabricante APC modelo ESS 600 de 600 VA (Volt Amper) de potência e uma autonomia de aproximadamente 10 minutos para cargas de 190W (Watts) de potência, o consumo de potência do servidor descrito na tabela 3 (Item Servidores deste capítulo) variou de 190W de potência, para baixa utilização de CPU (menor que 5%), a 260 W, para alta utilização de CPU (maior que 95%).

Os cálculos de potência dos switches foram somados à potência dos servidores durante os testes de potência. Para medir os valores de potência foi utilizado o software de monitoramento dos *no-breakes*, como mostra figura 17.

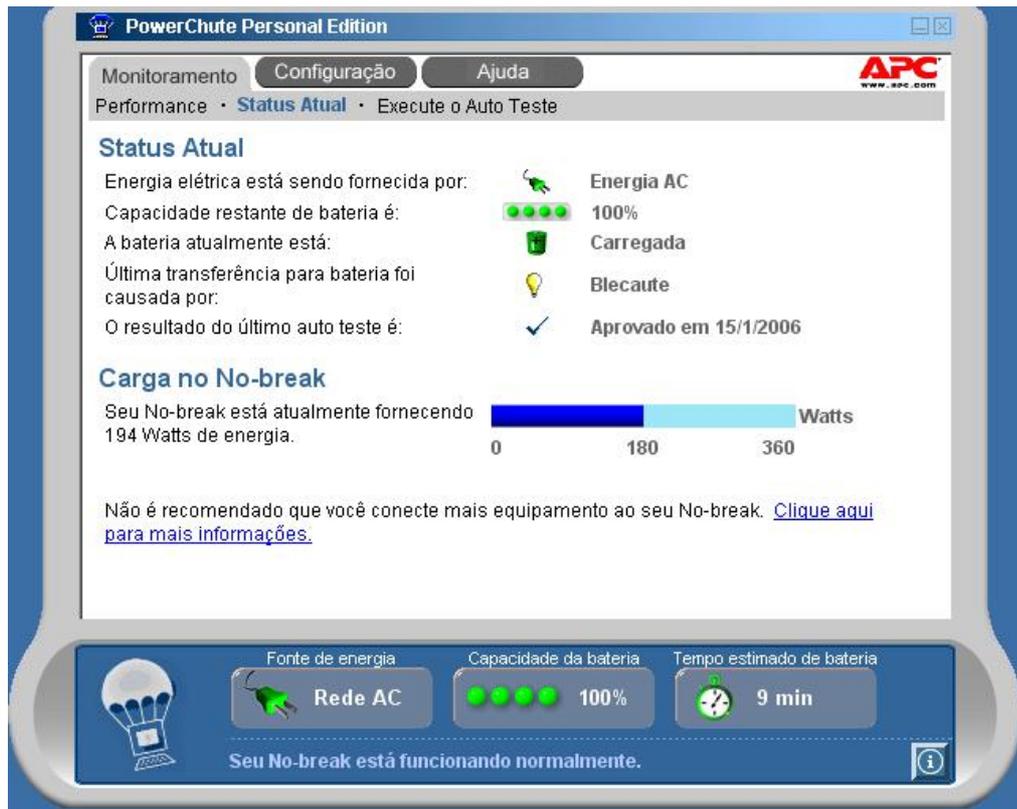


Figura 17: Console de Gerenciamento do No-Break APC

### 3.1.4 Servidores

Os serviços foram empregados em servidores distintos, não só pela modularidade e disponibilidade, mas também devido ao fato de que um serviço poder depreciar o outro consumindo grande parte ou todos os recursos do servidor, seja ele memória, disco, processador ou uma combinação dos mesmos.

A tabela 7, descreve a especificação de configuração para o servidor utilizado para suporte do *DC Virtual*.

**Tabela 7: Especificação do Servidor do DC Virtual**

	<b>Configuração</b>
<b><i>Processador</i></b>	3.2 GHz(*)
<b><i>Memória</i></b>	2GB(**)
<b><i>Disco Rígido</i></b>	120GB(***)

(\*) Processador Intel Pentium 4

(\*\*) Memória DDR de 400MHz

(\*\*\*) HD Serial ATA

Para implementação do *DC Real*, seriam necessários cinco servidores reais, um para cada serviço, como mostra a figura 14. O *DC Virtual* reduz a quantidade de servidores à um servidor físico. A quantidade de servidores continua sendo cinco, porém esses servidores são virtualizados. A figura 18 mostra um *DC* virtualizado, em que um servidor dá suporte as cinco máquinas virtuais (VM) e, adicionalmente, um switch dando suporte a três redes virtuais VLAN.

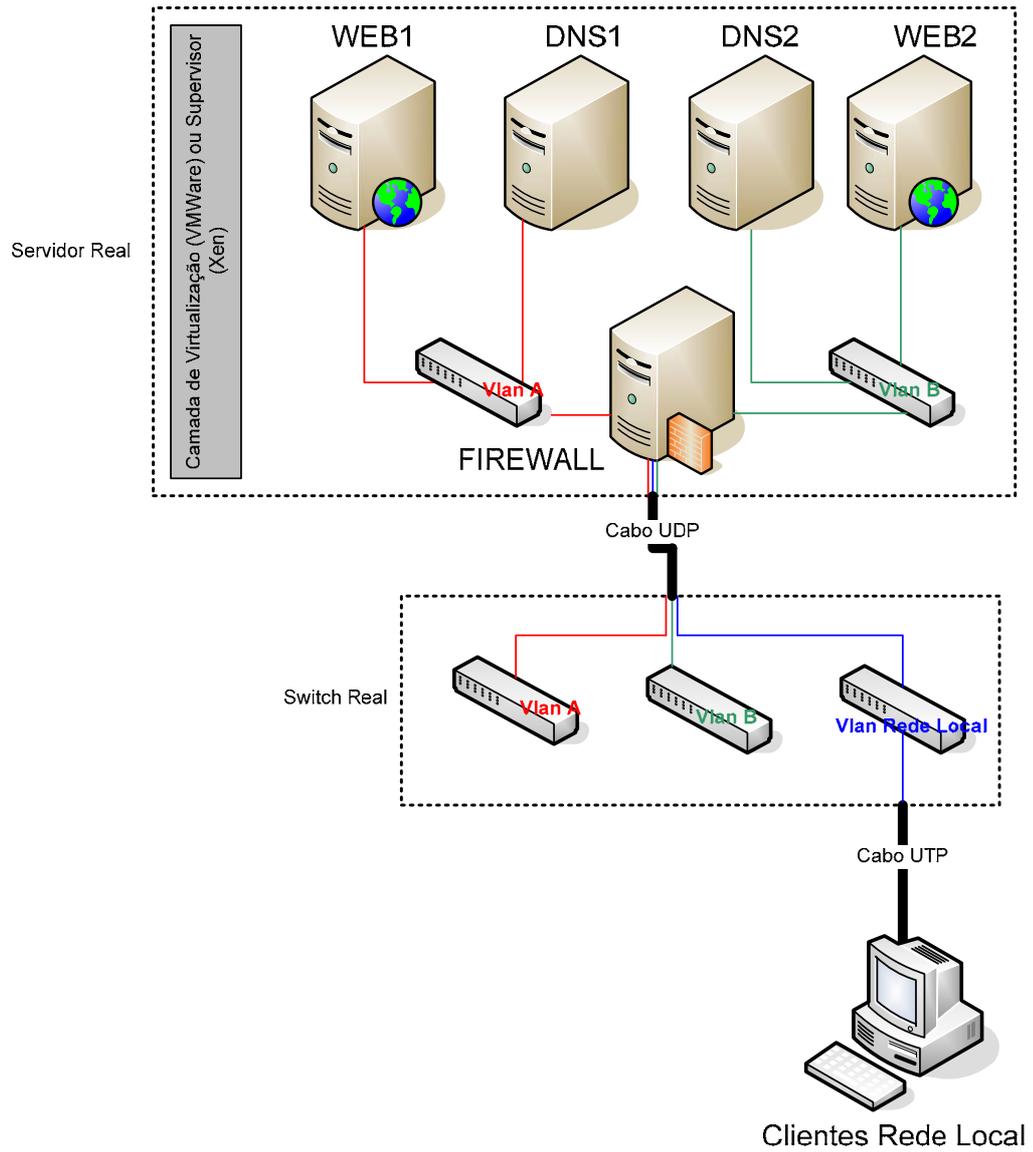


Figura 18: DC Virtual

### **3.1.5 Sistema Operacional**

O sistema operacional Linux foi escolhido para implementação do projeto e dar suporte ao software de virtualização na máquina física, por ser gratuito e suportar ambos os softwares de virtualização, Xen e VMware Server.

Qualquer uma das versões do sistema operacional Windows também poderia ser utilizado, no entanto tal implementação ficaria limitada ao software de virtualização VMWare Server, tendo em vista que o Xen executa exclusivamente no Linux.

### **3.1.6 Software de Virtualização**

A escolha do software de virtualização foi baseada em três aspectos: a facilidade de utilização (também conhecido como software amigável), a fim de reduzir o tempo de implementação e, por consequência, o custo de mão-de-obra; a garantia de portabilidade, ou seja, capacidade de suportar diversos sistemas operacionais e hardware; e por último, assegurar a performance das máquinas virtuais em relação à máquina real. Cada VM é independente uma da outra, o que garante a modularidade e confiabilidade. A tabela 8 mostra o comparativo dos dois virtualizadores, onde ser amigável é ter uma console de gerenciamento gráfico e intuitivo e ter uma boa portabilidade é suportar a maior quantidade de SO possíveis. O Xen não possui uma console de gerenciamento, toda suas configuração é feita por linhas de comando ao contrário do VMWare que possui uma console de gerenciamento intuitiva e gráfica. O VMWare suporta algumas versões dos SO Linux, FreeBSD, Solaris, Netware e Windows, ou seja, boa portabilidade. O Xen suporta algumas versões do Linux e FreeBSD (e algumas variações do FreeBSD como NetBSD), ou seja, portabilidade regular.

**Tabela 8: VMWare versus Xen**

	<b>VMWare</b>	<b>Xen</b>
<i>Amigável</i>	Sim	Não
<i>Tempo Médio para cria uma VM (*)</i>	30 minutos	1 hora
<i>Portabilidade</i>	Boa	Regular
<i>Perda Performance (**)</i>	De 5% à 10%	Até 5%

(\*) Sem sistema operacional e com disco virtual de 8GB.

(\*\*) Perda de performance testada e comprovada no capítulo 4.

Apesar de possuir uma perda de performance de processamento 100% maior que o Xen ou 10% da capacidade da máquina física, VMware foi encolhido para implementação do projeto devido aos outros aspectos citados em 3.1.6, que tornam a implementação mais fácil.

### **3.1.7 Serviços**

Para hospedagem de páginas web é necessário apenas um servidor com um software que preste serviço de hospedagem de páginas web (Servidor Web) e DNS. No entanto, como proposto no objetivo do projeto é necessário manter algumas características de *DC* e apenas um servidor web, não atende as premissas de características de disponibilidade, confiabilidade, modularidade, escalabilidade. Por esse motivo a topologia da figura 14, traz cinco servidores ao invés de um único servidor, com o intuito de manter a proposta no objetivo do projeto.

### 3.1.8 Serviço de hospedagem de páginas web

Para disponibilizar este serviço, foi utilizado o software Apache, de código livre e licenciamento gratuito. Foi utilizado um SO Linux.

O arquivo de configuração do Apache (httpd.conf) foi mantido idêntico ao original de instalação, com duas alterações: uma no campo que define em qual diretório estão os arquivos que devem ser publicados pelo serviço e a outra no campo que define qual endereço o servidor apache deve responder, onde foi alterado para responder por qualquer endereço ip na porta 80 (padrão dos endereços de páginas). As alterações feitas no arquivo “httpd.conf” são mostradas na figura 19.

```
...  
#Habilita a porta 80 para receber requisições de páginas  
Listen 80  
#Indica a localização das páginas publicadas  
DocumentRoot "/var/sites"  
...
```

**Figura 19: Alterações no “httpd.conf” dos servidores WEB1 e WEB2**

A configuração da placa de rede virtual é feita através do arquivo de script /etc/vlanc. A figura 20 mostra o script gerado para criação das vlan.

```
#Cria a rede virtual  
vconfig add eth0 2  
  
#Configuração da placa de rede virtual  
ifconfig eth0.2 10.2.0.3 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.2.255.255
```

**Figura 20: Script de criação e configuração da vlan do WEB1**

A figura 21 mostra o script de configuração de vlan do WEB2:

```
#Cria a rede virtual
vconfig add eth0 3

#Configuração da placa de rede virtual
ifconfig eth0.2 10.3.0.3 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.3.255.255
```

**Figura 21: Script de criação e configuração da vlan do WEB2**

### **3.1.9 Serviço de sistema de domínio de nomes**

Para disponibilizar este serviço, foi utilizado o software *Bind*, de código livre e licenciamento gratuito, instalado concomitante com o Sistema Operacional FreeBSD e configurado posteriormente.

Dois servidores foram configurados, DNS1 e DNS2, servidor mestre e escravo, respectivamente. Foram alterados dois arquivos de configuração para habilitar o serviço, “rc.conf”, responsável pela configuração iniciais do SO FreeBSD e o arquivo “named.conf” responsável pelas configurações do serviço de domínio de nomes. A figura 22 mostra as alterações no “rc.conf” do servidor DNS1.

```
...  
  
#Habilita o serviço de nome  
named_enable="YES"  
  
#Altera o nome do servidor para DNS1  
hostname="DNS1"  
  
#Arquivo de Criação da rede virtual  
/etc/vlanc  
  
# Configuração da placa de rede virtual  
ifconfig_vlan2="inet 10.2.0.2 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.1.255.255"  
  
...
```

**Figura 22: Alterações no “rc.conf” do servidor DNS1**

A figura 23 mostra o script de configuração de vlan do DNS1.

```
#Levantar Interface lnc0  
ifconfig lnc0 1.1.1.1  
  
#Vlan 2 (10.3.0.0/16)  
ifconfig vlan2 create  
ifconfig vlan2 vlan 2 vlandev lnc0  
  
#Derruba a Interface lnc0  
ifconfig lnc0 delete
```

**Figura 23: Script de criação e configuração da vlan do DNS1**

A figura 24 mostra as alterações no “rc.conf” do servidor DNS1.

```
#Habilita o service de nome  
named_enable="YES"  
  
#Altera o nome do servidor para DNS2  
hostname="DNS2"  
  
#Arquivo de Criação da rede virtual  
/etc/vlanc  
  
# Configuração da placa de rede virtual  
ifconfig_vlan3="inet 10.3.0.2 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.3.255.255"
```

**Figura 24: Alterações no “rc.conf” do servidor DNS2**

A figura 25 mostra o script de configuração de vlan do DNS1.

```
#Levantar Interface lnc0  
ifconfig lnc0 1.1.1.1  
  
#Vlan 3 (10.3.0.0/16)  
ifconfig vlan3 create  
ifconfig vlan3 vlan 3 vlandev lnc0  
  
#Derruba a Interface lnc0  
ifconfig lnc0 delete
```

**Figura 25: Script de criação e configuração da vlan do DNS2**

A figura 26 mostra as alterações necessárias feitas no arquivo de configuração do serviço de nome “/etc/named/named.conf” do DNS 1, para criação do domínio de nomes “projeto.uniceub”:

```
...  
#Cria o domínio de nomes.  
zone "projeto.uniceub" {  
    type master;  
# Arquivos de configuração com os nomes a serem traduzidos para IP.  
    file "projeto.uniceub/projeto.uniceub.dns";  
};  
...
```

**Figura 26: Criação do domínio de nome no DNS1**

A figura 27 mostra as alterações no arquivo de configuração do serviço de nome “/etc/named/named.conf” do DNS 2, para criar redundância no serviço de nomes:

```
...  
# Cria a redundância domonio de nomes.  
zone "projeto.uniceub" {  
#Define o servidor como servidor secundário  
    type slave;  
    file "projeto.uniceub/projeto.uniceub.dns";  
masters {  
    10.1.0.2;  
};  
};  
...
```

**Figura 27: Criação da redundância de domínio de nome no DNS2**

### 3.1.10 Serviço de segurança (Firewall/Gateway)

Para disponibilizar este serviço, foi utilizado o software ipfw (firewall nativo do FreeBSD), de código livre e licenciamento gratuito, configurado posteriormente a instalação do Sistema Operacional FreeBSD.

Foi configurado um servidor, FIREWALL responsável pela segurança e segmentação das redes. Foi alterado um arquivo de configuração para habilitar o serviço, “rc.conf” , responsável pela configuração iniciais do SO FreeBSD. Foi criado um arquivo de script para a criação das redes virtuais “/etc/vlanc” e um para regras controle de acesso aos segmentos de rede que passam pelo gateway/firewall “/etc/rules”.

Para habilitar o serviço de Firewall é necessário recompilar o Kernel do FreeBSD, adicionando os parâmetros específicos no arquivo “GENERIC” (arquivo genérico do Kernel) conforme mostra a figura 28, ou criar um novo arquivo de Kernel e recopilá-lo.

```
#Habilita o Firewall  
options IPFIREWALL
```

```
#Habilita o Log do firewall  
options IPFIREWALL_VERBOSE
```

```
#Habilita o NAT (Network Address Translation)  
options IPDIVERT
```

**Figura 28: Parâmetros adicionados ao arquivo GENERIC**

A figura 29 mostra as alterações feitas no arquivo “rc.conf” do servidor Firewall:

```
#Habilita o serviço de gateway  
gateway_enable="YES"  
  
#Altera o nome do servidor para Firewall  
hostname="Firewall"  
  
#Arquivo de Criação da rede virtual  
/etc/vlanc  
  
# Configuração das placas de rede virtual  
ifconfig_vlan2="inet 10.2.0.1 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.2.255.255"  
ifconfig_vlan3="inet 10.3.0.1 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.3.255.255"  
ifconfig_vlan4="inet 10.4.0.1 netmask 255.255.0.0 broadcast 10.4.255.255"  
  
#Arquivos de regras de firewall  
/etc/rules
```

**Figura 29: Alterações no “rc.conf” do servidor FIREWALL**

A figura 30 mostra o script de configuração de vlan do FIREWALL:

```
#Levantar Interface lnc0  
ifconfig lnc0 1.1.1.1  
  
#Vlan 2 (10.2.0.0/16)  
ifconfig vlan2 create  
ifconfig vlan2 vlan 2 vlandev lnc0  
  
#Vlan 3 (10.3.0.0/16)  
ifconfig vlan3 create  
ifconfig vlan3 vlan 3 vlandev lnc0  
  
#Vlan 4 (10.4.0.0/16)  
ifconfig vlan4 create  
ifconfig vlan4 vlan 4 vlandev lnc0  
  
#Derruba a Interface lnc0  
ifconfig lnc0 delete
```

**Figura 30: Script de criação e configuração da vlan do FIREWALL**

## 4 Análise de custo e benefício

Este capítulo mostra a análise realizada em torno do *DC Virtual* em comparação ao *DC real*, tendo base os parâmetros de custo e de softwares utilizados para retirar informações de ambos os *DC*, o real e o virtual.

A performance, a escalabilidade e outras características do *DC* serão descritas nesse capítulo, bem como as soluções adotadas para eliminar ou minimizar ao máximo seus aspectos negativos. O custo de aquisição (TCO) necessário para implementação do *DC real* e virtual e as características do *DC* serão balanceados em uma análise de custo e benefício, que dará os fundamentos necessários ao objetivo e proposta do projeto final.

### 4.1 DC Real versus DC Virtual

A comparação será feita entre o *DC Real* e o *Virtual* destacando as características que são mantidas nativamente e as características que necessitam de artifícios para serem mantidas com a virtualização. Como por exemplo, a modularidade que é mantida naturalmente, onde cada servidor virtual é independente uns dos outros, e a disponibilidade que para ser mantida é necessário adicionar servidores físicos redundantes dando suporte as máquinas virtuais em cluster, onde cada máquina virtual é mantida em servidores físicos distintos. Análise de custo de aquisição será feita entre os *DC real* e virtual, *Dedicated DC* e o *Co-location DC*. A análise de características será feita somente no *Virtual DC*, pois nos demais as características são mantidas de acordo com as empresas contratadas.

#### 4.1.1 TCO – Total Cost of Ownership

Foram escolhidos quatro custos inevitáveis para implementação do *DC* de forma a compor a fórmula de cálculo de TCO. Estes custos são: de aquisição de equipamentos, de mão-de-obra de instalação e configuração, de manutenção de hardware e de energia elétrica.

O custo de aquisição de equipamentos engloba os servidores, os switches e os geradores de energia alternativa necessários para implementação do *DC*.

O custo de consultoria e mão-de-obra é feito com base no número de horas estimadas a serem utilizadas, no nível dos profissionais necessários para desenvolver o trabalho e nos custos adicionais de transporte e estadia para projetos realizados em localidades remotas [MIC 39]. Os custos de hora podem variar de R\$50,00 a R\$500,00. Esses valores são cobrados pela Microware, empresa de TI presente no Rio de Janeiro e São Paulo. Para cálculo de TCO foi utilizado um valor médio de R\$ 250,00 por hora.

A manutenção de hardware é toda a substituição de componentes físicos danificados no decorrer de dois anos, quando acaba a garantia dos fabricantes e é necessário custos para troca de equipamentos.

O consumo de energia elétrica foi baseado nos valores informados pela console de gerenciamento do *No-break*. No capítulo 3 foi verificado que os valores oscilaram entre 190Wh à 260Wh de potência. Para efeitos de cálculo foi utilizado o mesmo critério da avaliação do custo da mão-de-obra, sendo adotado um valor médio de 225Wh de potência. A CEB – Companhia Elétrica de Brasília cobra aproximadamente R\$ 0,3788 por KWh de potência. Valor retirado em maio de 2006, esse valor varia de acordo com a quantidade de KW disponível para empresa. No projeto foi utilizado o grupo B3 - comercial/industrial de 201 à 1000 KW ). [CEB 38]

O cálculo de TCO no projeto foi feito de duas maneiras, a longo prazo, ou seja, no decorrer dois anos e imediato, ou seja, os primeiros custos necessários para implementar o *DC* no mês. O custo de TCO foi contabilizado de acordo com a fórmula abaixo:

$$TCO = VAE + CE + CMO + CM.$$

Onde:

VAE = valor de aquisição de equipamentos

CE = custo de energia no mês

CMO = custo de mão-de-obra para implementação

CM = custo de manutenção

Para os equipamentos necessários na implementação do *DC*, serão utilizados equipamentos da IBM para servidores, DELL para switches e servidores, D-LINK e APC para No-break. A tabela 9 mostra os valores em reais de cada equipamento a custo imediato.

**Tabela 9: Custo de equipamentos**

<b>Equipamento</b>	<b>Fabricante/ Modelo</b>	<b>Custo imediato (R\$) (*)</b>
<i>No-Break</i>	APC/600VA	266,80
<i>Servidor</i>	IBM/ xSeries 206m	2.476,00
	DELL/ PowerEdge™ SC430	1.999,00
<i>Switch</i>	DELL/ PowerConnect™ 2216	394,00
	D-LINK/DGS – 1008D	154,00 (**)

(\*) Valores cotados em maio de 2006.

(\*\*) Valor cotado em dólar e convertido para real. Dólar à R\$ 2,37.

Para a implementação do *DC Real*, ilustrado na figura 14, seriam necessários cinco no-breaks (para manter a disponibilidade), sendo um para cada servidor, cinco servidores e três switches. O custo com os servidores seria de R\$ 12.380,00 e R\$ 9.995,00 respectivamente IBM e DELL, o custo com switches seria respectivamente de R\$ 1.182,00 e R\$ 462,00 para DELL e D-LINK, e por último o custo com no-breaks seria de R\$ 1.334,00. O custo total de aquisição de equipamentos para o *DC*, seria o somatório do total gasto em servidores, switches e no-breaks, ou seja, R\$ 14.896,00 para os equipamentos mais caros e R\$ 11.791,00 para os equipamentos mais baratos.

O consumo de energia dos cinco servidores seria de aproximadamente 1.125Wh (225Wh x 5) ou 810.000Wh (810 kWh, equivalente a 24 horas por dia durante 30 dias do mês) por mês, com o kWh à R\$ 0,3788 temos um valor de R\$ 306,82 com gasto de energia por mês.

Cada servidor e seu respectivo serviço demorariam em média 2 horas para ser instalado e configurado, o que totaliza 10 horas de serviço, com o custo da hora à R\$ 250,00 tem-se um valor de mão-de-obra para implementação de R\$ 2.500,00. Considerando a necessidade de manutenção dos serviços (atualizações de sistema operacional e aplicação de correções, rotinas de backup e etc.) vamos reservar mensalmente 1 hora mensal de mão-de-obra para manutenção.

Os servidores de ambos os fabricantes possuem garantia de funcionamento de dois anos que pode ser prolongada por mais um ano (a um custo adicional), o que garante custo zero com manutenção de *hardware* para os servidores. Os *switches* e *no-breaks* possuem garantia de apenas seis meses, dessa forma foi reservado um quarto do valor do equipamento a cada seis meses, para eventuais manutenções dos mesmos, ou seja, é necessário trocar o no-break e switches a cada 2 anos. Dessa forma, o custo com manutenção em 2 anos é o mesmo

de aquisição. A tabela 10 mostra o custo imediato e a longo prazo para implementação do *DC Real*.

**Tabela 10: TCO para DC Real**

	<b>Custo imediato (R\$)</b>	<b>Em 2 anos (R\$)</b>
<b><i>DC Real (*)</i></b>	14.597,82	28.893,86
<b><i>DC Real (**)</i></b>	17.702,82	32.718,86

(\*) *DC* implementado com os equipamentos mais baratos.

(\*\*) *DC* implementado com os equipamentos mais caros.

Como um dos objetivos do projeto é a redução de custo, as comparações foram feitas com o *DC Real* de menor custo e todas as outras implementações também foram feitas com os equipamentos de menor custo, ou seja, para servidores foi utilizado DELL e para switch foi utilizado D-LINK, conforme pesquisa de mercado realizada.

A implementação do *DC Virtual* é bastante similar a implementação do *Real*, no entanto, há uma série de economias na aquisição de equipamentos. A figura 18, mostra que é necessário a aquisição de apenas um switch e um servidor e conseqüentemente um no-break. O custo de aquisição de equipamentos é de R\$ 1.999,00 em servidor, mais R\$ 154,00 em switch, mais R\$ 266,80 no no-break, totalizando R\$ 2.419,80.

A redução da quantidade de equipamentos necessários para implementar o *DC*, também reduz o consumo de energia e o custo de manutenção de hardware. O custo de energia cai para 1/5, 225Wh ou 16.2000Wh (162 kWh, equivalente a 24 horas por dia durante 30 dias do mês) por mês, com o kWh à R\$ 0,3788 temos um valor de R\$ 61,36 com gasto de energia por mês e o custo manutenção de hardware cai para R\$ 420,80 em dois anos.

Custos com a mão-de-obra de manutenção mensal e implementação mantêm-se aproximadamente os mesmos. A tabela 11 mostra os custos para implementação do *DC Virtual*.

**Tabela 11: TCO para DC Virtual**

	<b>Custo imediato (R\$)</b>	<b>Em 2 anos (R\$)</b>
<b><i>DC Virtual</i></b>	4.980,36	12.501,08

O custo para implementação de um *DC Dedicated* e *Co-location* é bastante elevado e inviável para pequenas empresas, chegando a ser superior em até oito vezes custo de implementação dos valores de um *DC Virtual*. O valor de um servidor dedicado da empresa DigiWeb exposto na tabela 1 é de R\$ 680,00.

Para implementar o *Dedicated DC* exposto na figura 14, será necessário a locação de cinco servidores dedicados que totaliza R\$ 3.400,00 de custo de locação, somados a mão-de-obra para implementação, que é o mesmo da implementação dos *DC Virtual* e *Real*, temos um custo imediato total de R\$ 5.900,00, aproximadamente 15% mais caro que o custo imediato do *DC Virtual* ( R\$ 4.980,39 ). O TCO em dois anos para o *Dedicated* é o Custos do Aluguel dos Equipamentos por 2 anos (R\$ 3.400,00 x 24 meses = R\$ 81600,00) mais o custo de mão-de-obra de implementação e mão-de-obra de manutenção por dois anos (R\$ 25000 + R\$ 250,00 x 24 meses = R\$ 8.500,00), a aquisição de equipamentos e manutenção de hardware é custeada pela empresa contratada, portanto sem custo. O valor total para implementação do *Dedicated DC* ao longo de 2 anos é de R\$ 90.100,00. O custo de implementação a longo prazo do *DC Dedicated* é sete vezes maior que o custo de implementação a longo prazo do *Virtual DC*.

Em um *Co-Location DC* este custo é maior que o custo de implementação do *Dedicated*, pois ainda entram nos custos, a aquisição de equipamentos, implementação,

manutenção, mão-de-obra e é claro o aluguel do espaço dentro do *DC*. O custo total para implementação do *Co-Location DC* ao longo de 2 anos é de R\$ 102.495,00, ou seja, oito vezes mais que o *DC Virtual*. A tabela 8, na pagina 60, traz o comparativo de custos de implementação entre os *DC* ao longo de dois anos. A coluna “Redução de TCO” da tabela 12 traz o percentual de economia em custo de TCO quando se implementa um *DC Virtual*.

**Tabela 12: TCO para *DC Virtual***

	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Redução de TCO (%)</b>
<b><i>Co-Location DC</i></b>	102.495,00	87,80
<b><i>Dedicated DC</i></b>	90.100,00	86,12
<b><i>DC Real</i></b>	28.893,86	56,73

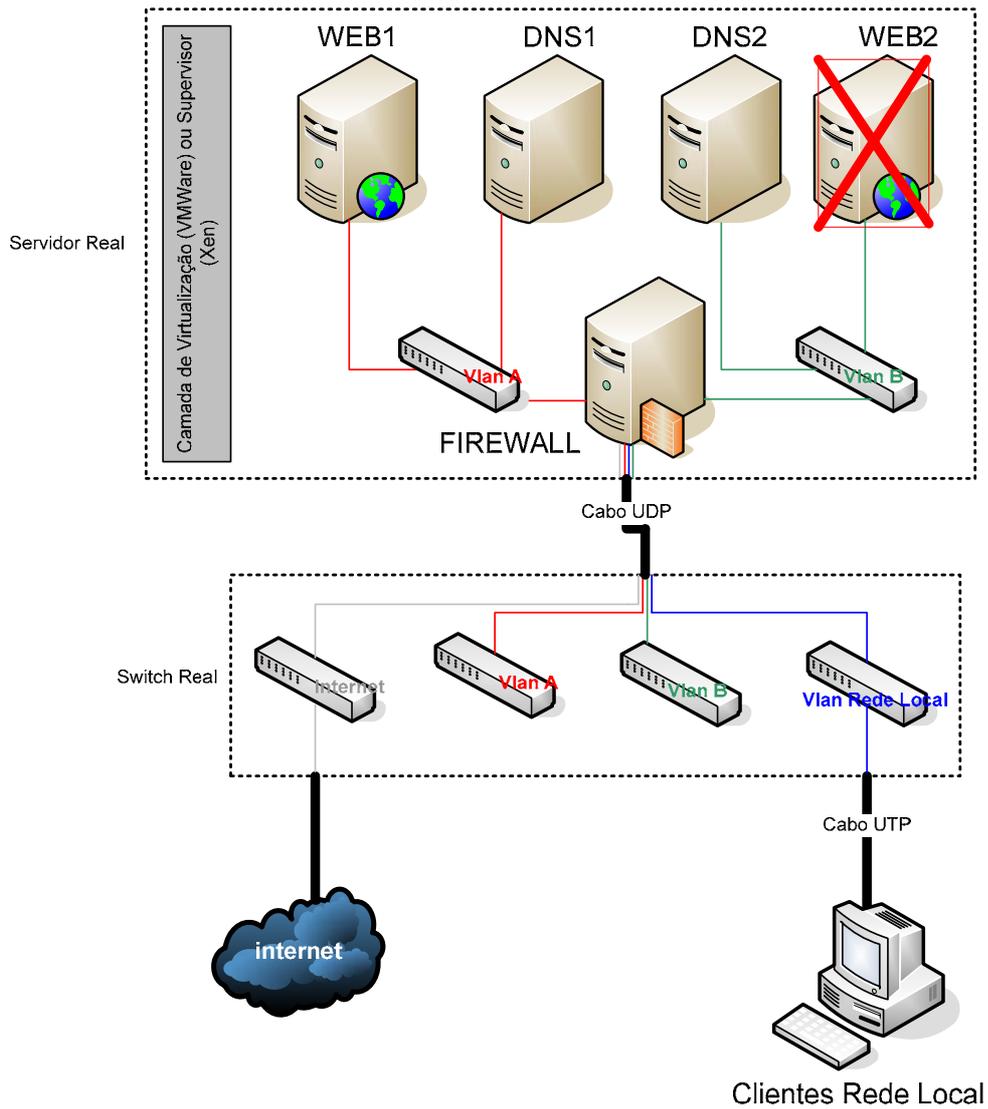
O *DC Virtual* mostrou-se o mais barato entre todos os outros modelos de *DC* estudados neste capítulo, no entanto para que este tipo de *DC* seja viável, ainda é necessário manter as características propostas no objetivo do projeto.

## **4.1.2 Características**

Neste item serão apresentadas as características propostas no objetivo do projeto para DC Real e como elas foram mantidas e afetadas no DC Virtual.

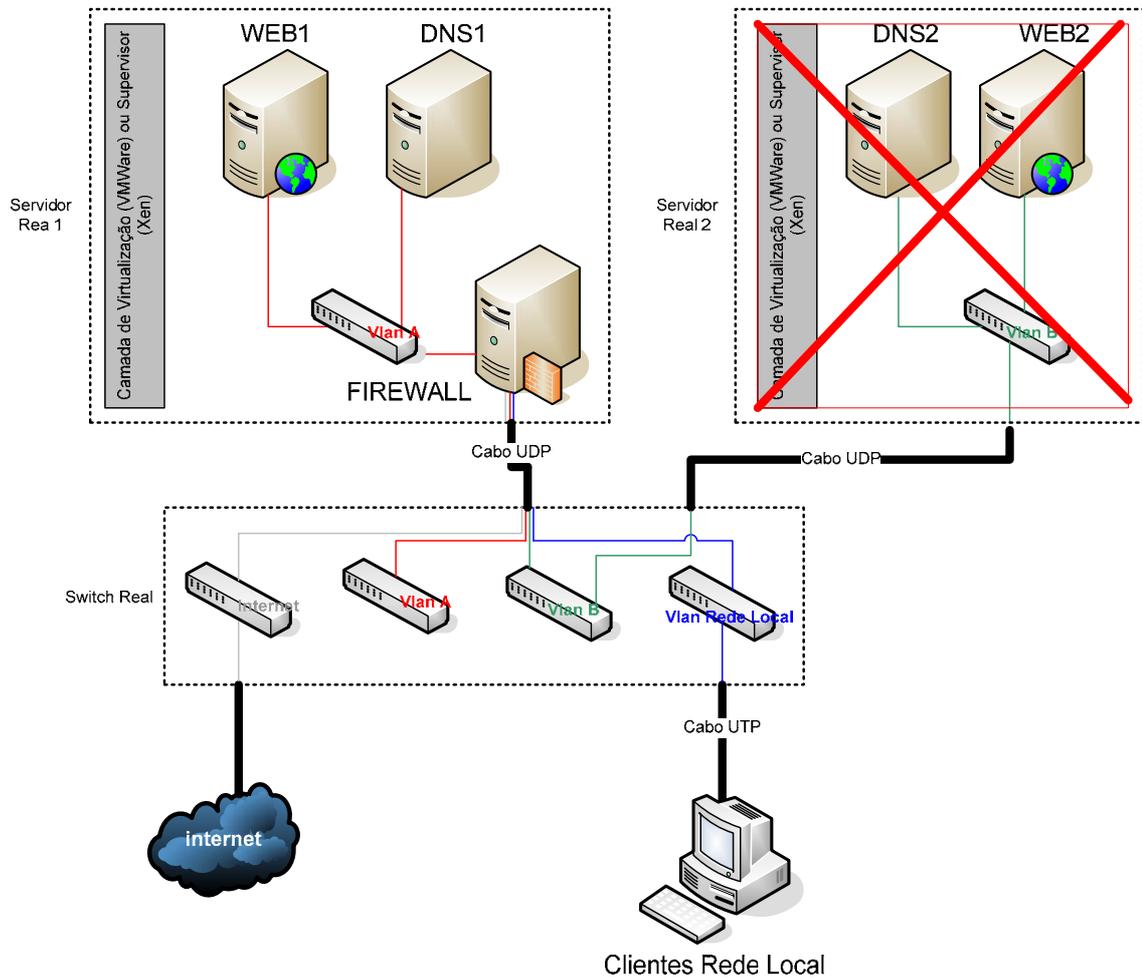
### **4.1.2.1 Modularidade**

A modularidade em nível de software, como os serviços disponíveis nos servidores virtuais, é totalmente mantida, ou seja, cada servidor virtual é responsável por apenas um serviço. Cada VM é independente uma das outras e a queda ou problema em uma das VM's não influencia diretamente na outra, como mostra a figura 31.



**Figura 31: Permanência de Modularidade**

Por outro lado, a modularidade em nível de hardware, todas as máquinas virtuais são dependentes de um servidor físico. Eventuais problemas no servidor físico podem causar problemas em todas as VM's. Esse problema é minimizado quando é adicionado mais um servidor físico e dividindo as máquinas virtuais entre esses servidores. Como mostra a figura 32. Nesta configuração a indisponibilidade ou mal funcionamento de um servidor físico afeta apenas alguns serviços.



**Figura 32: Adicionando Modularidade**

No entanto, a adição deste novo servidor causa um aumento no custo de TCO, pois é necessário manutenção de hardware, aquisição de novos equipamentos e maior consumo de energia. Neste momento entra o peso de custo e benefício, onde a empresa deve escolher entre manter modularidade ou reduzir custos.

#### 4.1.2.2 Confiabilidade

A confiabilidade em nível de rede, software e hardware não são afetados. Toda a comunicação de rede é feita através dos protocolos padrões de rede, sem alteração nas suas características, como correções de erro, retransmissão de pacotes e checagem de destino e origem dos pacotes. O mesmo acontece para softwares e hardwares utilizados. Para comprovar a confiabilidade foram utilizados três softwares, um analisador de pacotes “tcpdump”, um gerador de sinais icmp, o “ping” e um simulador de acesso a servidores de páginas web, o WebStress Teste da Paeseler.

O primeiro teste foi feito através de um sinal enviado pelo software “ping”, disponível nos sistemas operacionais Linux e Windows para um destino. O comando “ping 192.168.254.253 -s 65000 -c 100 -f”, executado de uma MV com o sistema operacional Linux envia 100 pacotes de 65000 bytes (tamanho máximo permitido para os pacotes de ping) para o endereço de destino 192.168.254.253, e todos os pacotes retornaram positivamente e o mesmo resultado é obtido em uma implementação real, conforme pode ser observado no anexo I. Este resultado indica a entrega corrente dos pacotes de rede, enviados de uma origem X para um destino Y.

O segundo teste foi feito com o analisador de pacotes. O mesmo comando ping foi executado e em um terceiro servidor dentro do *DC Virtual* foi executado o analisador de pacotes tcpdump, porém em uma VLAN separada. O resultado do analisador não trouxe nenhuma linha referente ao trânsito entre a origem e o destino do ping, exatamente o que acontece quando se tem dois switches físicos distintos e não interligados entre si.

No terceiro teste foram simulados com o software Webstress Teste com acessos simultâneos de 30, 60 e 120 usuários as páginas web publicadas nos servidores web como mostrado no Anexo II. Em um ambiente real, nenhuma página requisitada é retornada com

erro aos clientes simulados, e o mesmo resultado é obtido no ambiente virtual quando se executa as mesmas simulações.

Em visita ao *DC* da Caixa Seguros, do Hospital Santa Luzia, da Telemar e da CTIS, foi possível constatar que os servidores virtuais utilizados pelas empresas, em raras ocasiões eram reiniciados, como por exemplo aplicações que por algum motivo indisponibilizava os servidores virtuais. A parada ou indisponibilização dos servidores e seus serviços ocorriam mais para manutenção preventiva do que por problemas nas máquinas virtuais, segundo os administradores de *DC*. Estes indicadores reafirmam a confiabilidade de um *Virtual DC*.

#### **4.1.2.3 Escalabilidade**

Escalabilidade em nível de software (adição de novas VM) é mantida, já que para criação de novas máquinas virtuais, basta ter recursos como memória e disco disponível no servidor, quando este recursos se esgotarem ou não for possível expandi-los, basta adquirir um novo servidor físico para dar suporte aos novos servidores virtuais. Em nível de rede a utilização de VLAN, permite que se crie até 4094 redes, ou segmentos de redes, sem a necessidade de adicionar novas placas de rede ou switches. Caso a virtualização consuma todos os recursos do switch, como portas ou capacidade de trafegar informações será necessária a adição de um novo switch.

Em nível de serviços, neste caso especificadamente serviço de publicação de páginas web, é possível manter a escalabilidade expandindo a capacidade do *DC* de receber conexões simultâneas, simplesmente adicionando servidores web em cluster uns com os outros. Neste caso, a decisão de manter escalabilidade ou reduzir custos, fica a critério dos implementadores do *DC*.

#### 4.1.2.4 Disponibilidade

Para manter a disponibilidade em um *DC Virtual* são seguidos os mesmos princípios que existem em um *DC Real*, sendo que a confiabilidade dos softwares e hardwares é um dos princípios de disponibilidade. Como por exemplo, a segurança do *DC* que se não estiver bem planejada pode permitir ataques de pessoas mal intencionadas, como os *Hacker*, e tornar serviços indisponíveis. Para dar segurança de no *DC* foi implementado um serviço de Firewall no projeto.

A modularidade influencia diretamente na disponibilidade do *DC*. A figura 20 mostra indisponibilização de todos os serviços prestados por um servidor real 2, devido à problemas de *software* ou *hardware* quais quer. No entanto os serviços mantidos no servidor real 1, ainda estão disponibilizados para os usuários. A figura 31 mostra um *DC* sem o nível de modularidade do *DC* da figura 32, neste caso qualquer problema no servidor real da figura 31, tornaria indisponível todos os serviços disponíveis no *DC*. A modularidade ainda permite criar redundâncias ou replicações dos serviços prestados, por exemplo o serviço de domínio de nomes (DNS), onde a queda do servidor real 2, não torna o serviço de nome indisponível para os usuários por replicado no servidor real1, que ainda mantêm-se ativo. Para manter a disponibilidade, o *DC Virtual* foi implementado como mostra a figura 32.

Mesmo com os cuidados em torno da modularidade, confiabilidade e redundância, todo o funcionamento dos equipamentos dependem de uma fonte energia elétrica. Todo e qualquer problema com a energia elétrica influência diretamente na disponibilidade do *DC*, ou seja, a falta de energia elétrica fornecida pela companhias elétricas irão indisponibilizar todos os serviços do *DC*. Para reduzir esse risco de indisponibilidade, foi inserido um No-Break ao *DC*, para manter os serviços disponíveis por mais alguns minutos nas eventuais falta de energia.

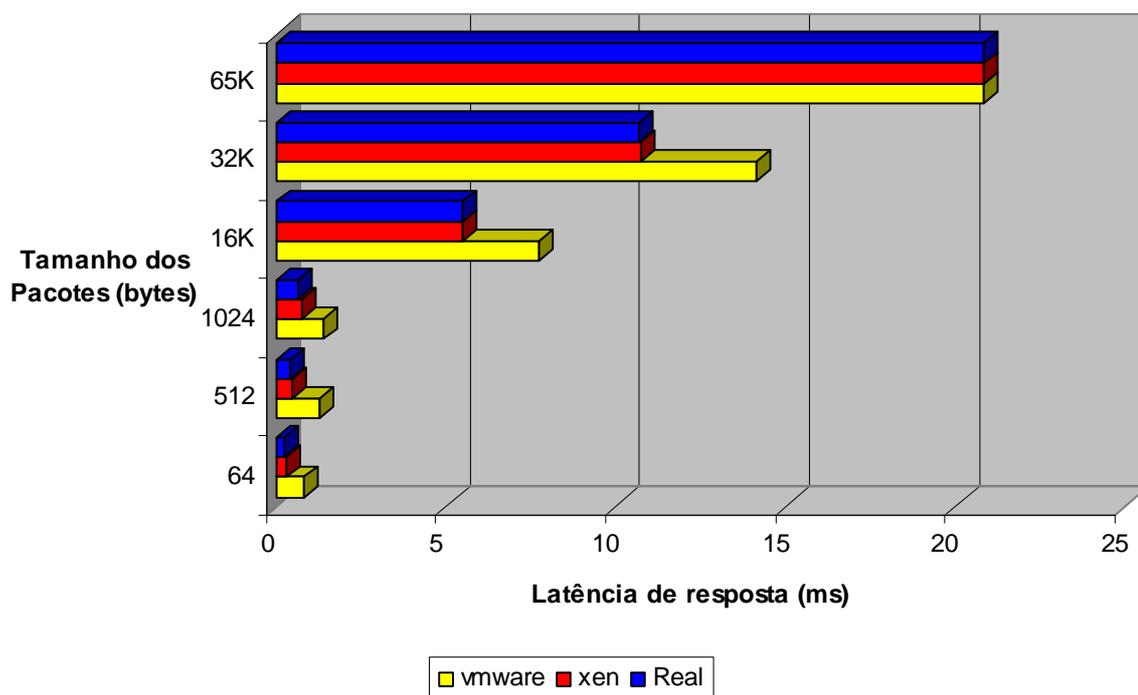
#### 4.1.2.5 Performance

A análise de performance foi testada em três níveis distintos. Em nível de rede, onde foi testada a latência de transferência de sinais simples, gerados pelo comando ping. Em nível recursos do servidor virtual, foram testados resposta do processador e acesso ao disco. Por último e mais importante, foi testado a resposta dos serviços prestados pelo *DC Virtual*. Em todos os testes, foram utilizados servidores reais como parâmetro de comparação de performance.

A latência de rede em um ambiente real foi testado com uma seqüência de sinais de vários tamanhos, em seguida as mesmas seqüências de sinais foram enviadas para um ambiente virtual. O comando “ping” foi utilizado para gerar cinco seqüências de dez sinais, para retirarmos as médias de latência como mostra o Anexo IV. Foram enviados sinais de 64, 512, 1024, 16384 (16K), 32768 (32K) e 65500(65K).

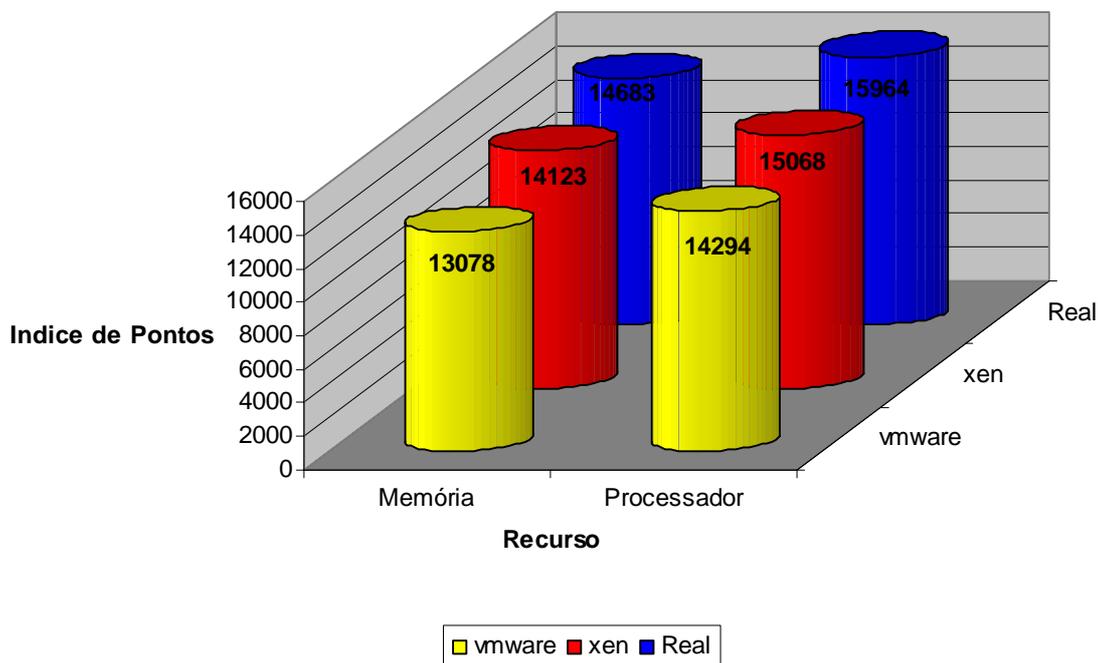
Com os dados coletados foi gerado o gráfico 1. Neste gráfico é possível ver que a latência de rede do Xen, fica muito próxima da latência de rede do ambiente real para todos os tamanhos de pacotes. Enquanto o VMWare, só consegue manter a latência equivalente para pacotes de 65K.

**Gráfico 1: Latência de rede**



Os recursos das máquinas virtuais foram retirados a partir de um software para estressar os recursos disponíveis tanto para as máquinas virtuais quanto para as físicas, chamado “nbench” disponível no endereço <http://www.tux.org/~mayer/linux/bmark.html>. Após a coleta dos dados foi gerado o gráfico 2, que mostra um índice de comparação gerado pelo software nbench que compara os resultados de obtido durante a execução com resultado pré-obtidos em máquinas com processadores Pentium 90 MHz e K6 233 MHz. Os dados podem ser obtidos no Anexo III.

**Gráfico 2: Memória e Processador**



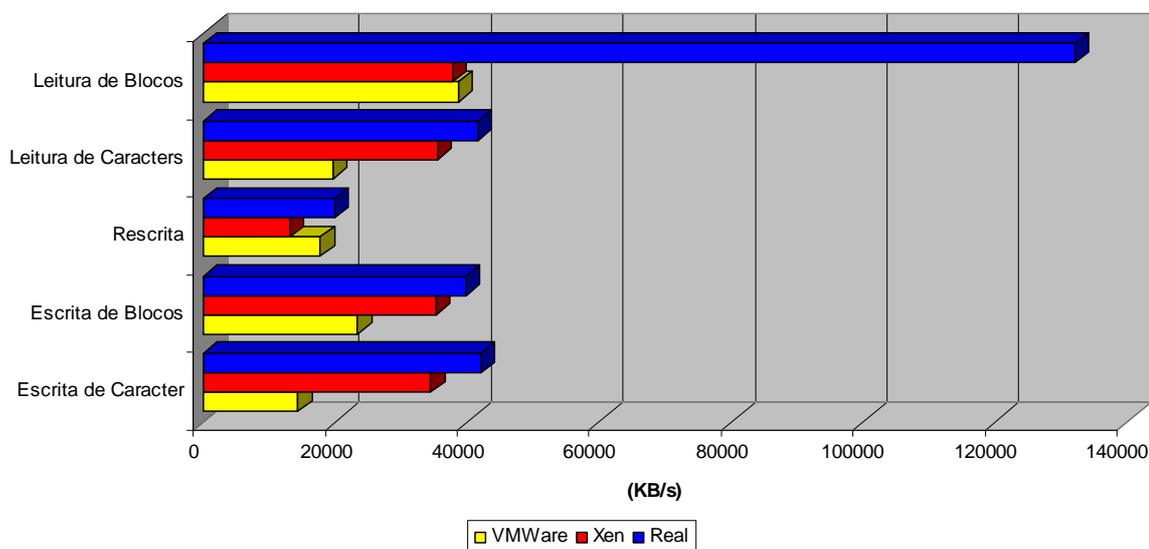
Analisando o gráfico é possível perceber que o Xen mostra ser mais performático que o VMWare. A tabela 13 mostra a perda de recursos em relação à máquina física.

**Tabela 13: Perda de recursos Xen e VMware**

	Perda CPU (%)	Perda Memória (%)
<b>VMWare</b>	10,46	10,93
<b>Xen</b>	5,61	3,81

Para medir a capacidade de gravação e leitura nas máquinas virtuais foi utilizado o software de benchmark Bonnie. Este programa gera uma série de caracteres e blocos de caracteres para serem gravados em disco e em seguida ele lê todos os caracteres e blocos escritos e retorna o tempo gasto para gravação e leitura. Resultados no Anexo IV. O gráfico 3 mostra o resultado gerado de Bonnie.

**Gráfico 3: Escrita e Leitura no Disco**



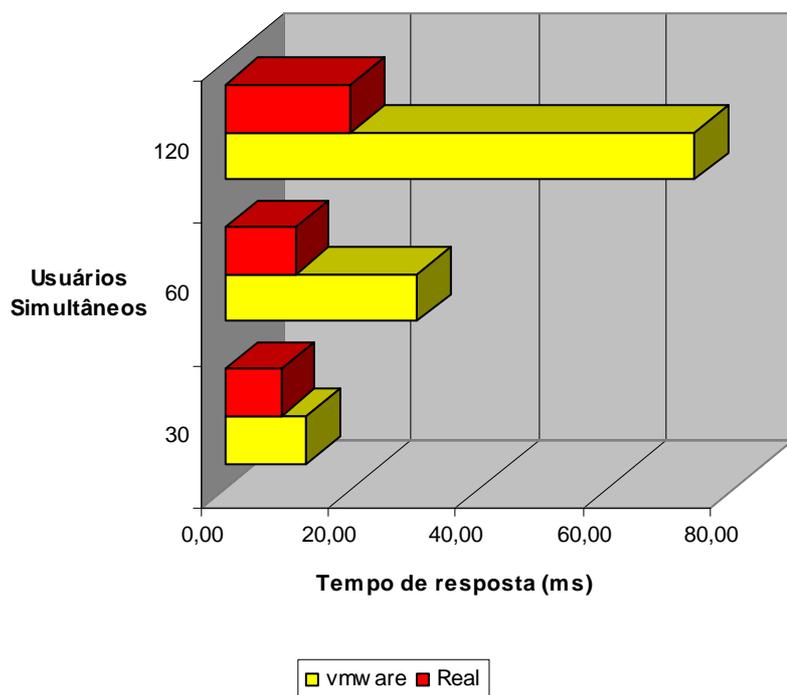
Tanto o Xen, quanto o VMWare perdem mais de 70% no desempenho para Leitura de blocos de dados. A tabela 12 mostra todo o percentual de perda de performance para leitura e escrita em disco.

**Tabela 14: Perda de recursos Xen e VMWare**

	Escrita de Caracter (%)	Escrita de Blocos (%)	Rescrita (%)	Leitura de Caracteres (%)	Leitura de Blocos (%)
<b>VMWare</b>	65,87	41,31	11,04	52,84	70,81
<b>Xen</b>	18,01	11,53	34,08	14,39	71,46

Por último e mais importante foi testado e analisado o desempenho do serviço prestado pelo DC, no caso, hospedagem de páginas web. Para medir o desempenho foi utilizado um simulador de usuários de páginas web e medido o tempo de resposta do serviço ao usuário. Foram simulados 30,60 e 120 usuários acessando as páginas publicadas simultaneamente. O gráfico 4 mostra o tempo de resposta em milissegundos (ms) para requisição das páginas web hospedadas no DC.

**Gráfico 4: Tempo de resposta de serviço**



A tabela 13 mostra o percentual de perda de performance em relação ao *DC* Real , para 30,60 e 120 usuários simultâneos.

**Tabela 15: Perda de Tempo de resposta de serviço**

	30 Usuários	60 Usuários	120 Usuários
<b>VMWare</b>	31,05%	63,33%	73,25%

A virtualização deste serviço para uma grande quantidade de usuários pode prejudicar a empresa em termos de qualidade de atendimento ao cliente devido a grande perda performance no serviço. Virtualização deste tipo pode fazer com que os administradores do *DC* e donos da empresa evitem a virtualização.

Nesta análise não foi analisado o desempenho do *DC* Virtual com o Xen como camada de virtualização, pois o *DC* foi implementado somente com o VMWare.

## 5 Conclusão

A virtualização de um *DC* implica no estudo minucioso dos fatores referentes à perda de performance e de outras características, como desempenho, disponibilidade, escalabilidade, confiabilidade e modularidade devem ser contrapesos para a redução elevada de custo de implementação do *DC*.

É possível reduzir os custos com manutenção e implementação em até 80%, onde o percentual de redução de custo depende do tipo de *DC* a ser virtualizado e a quantidade de equipamentos virtualizados no *DC*. Neste projeto foi verificado que o aspecto de desempenho é prejudicado, no entanto esta perda é inferior à 10% referenciais a capacidade de processamento do servidor físico, sendo que a redução de custo é elevada, o que torna esta perda aceitável para muitos casos.

Alguns serviços estão ligados diretamente ao desempenho de rede e capacidade de leitura e escrita em disco, para estes tipos de serviço, como por exemplo, servidores de arquivos e páginas web, a perda chega a 73% da capacidade de desempenho, nestes casos, o administrador do *DC* e donos da empresa evitam a virtualização.

A virtualização é utilizada em algumas empresas, com propósitos adicionais ao de redução de custo. Como visto no projeto a virtualização traz uma série de outras vantagens sobre outros tipos *DC*, como por exemplo, otimização dos recursos disponíveis nos servidores, economia de espaço físico e facilidades no gerenciamento dos servidores do *DC* e *backup*, algumas empresas podem optar pela virtualização por essas vantagens e não pela redução de custo.

Com a estrutura proposta neste projeto, o TCO de um *DC*, pode ser reduzido em proporções superiores a 50% de uma implementação real, o que influencia nesta taxa de redução, é o fator Virtual versus Real, quanto mais Virtual, mais barato. No entanto, deve ser

levado em consideração que para cada “virtualização” um custo em relação a desempenho será empregado. Tal custo dependerá de cada serviço e recurso alocado para o mesmo. Para uma avaliação mais precisa deste custo é necessário um estudo individual e focado por serviço prestado.

## **5.1 Projetos futuros**

As perspectivas de evolução do projeto são:

- Desenvolvimento de uma console de gerenciamento do Xen;
- Desenvolvimento de um virtualizador mais eficiente que o Xen e mais amigável que VMWare;
- Solução de DC mais barata que o Virtual;
- Implementação e estudo de um DC Virtual utilizando processadores Intel e AMD criados para virtualização sobre Xen.

## Referências

[TAN 1]

Tanenbaum, Andrew. Rede de Computadores. Terceira Edição. Editora Campous Ltda, 1997.

[TOR 2]

Torres, Gabriel. Rede de Computadores. Edição Especial. Editora Axcel Books, 2001.

[CIS 3]

Odom, Wendell. CCNA Intro. Editora Cisco Press, 2004.

[DIC 4]

Dicionário de Tecnologia, Editora Futura, 2003.

[DIC 5]

Dicionário Escolar da Língua portuguesa, Francisco da Silveira Bueno, 10ª Edição. Ministério da Educação, 1986.

[VMW 6]

VMWare Technology Network disponível em [www.vmware.com](http://www.vmware.com), último em 17/10/2005

[I3E 7]

Padrão IEEE 802.1q disponível em [www.ieee.org](http://www.ieee.org), último em 17/10/2005

[JAV 8]

Javvin Network Management & Security

<http://www.javvin.com/protocolVLAN.html>, último em 17/10/2005

[PDR 9]

Definição de TCO disponível em

[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_tecnologia\\_da\\_informacao\\_e\\_o\\_custo\\_total\\_de\\_propriedade.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_tecnologia_da_informacao_e_o_custo_total_de_propriedade.php), último acesso em 15/11/2005.

[XEN 10]

Virtualização de servidores pelo Xen <http://www.xen.com>, último acesso em 25/04/2006.

[DOL 11]

Cotação do Dólar <http://www.bb.com.br>, último acesso em 07/08/2006

[DEL 12]

Cotação de servidores e switches <http://www.dell.com>, último acesso em 07/08/2006.

[EXM 13]

Revista Exame edição 700 de 03/11/1999.

[WIK 14]

Definições de alguns termos técnicos disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki>, último acesso em 20/05/2006.

[BRT 15]

Definições de DC e DC da BrasilTelecom <http://www.cydc.com.br>, último acesso em 23/04/2006.

[VIS 16]

Visitas realizadas à Caixa Seguros - DF, Hospital Santa Luzia – DF, Telemar – SP, Telemar – SP, CTIS – DF em 2006.

[IBG 17]

Estatísticas do projeto disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), último acesso em 10/06/2006.

[NAT 18]

Definição de DC e DC da National Climatic DC [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov), último acesso em 10/06/2006.

[CMW 19]

Empresas e definição de Modularidade do DC disponível em <http://old.computerworld.com.br/apc/>, último acesso em 21/05/2006.

[COM 20]

Empresa .comDomino em São Paulo site disponível em <http://www.comdominio.com.br>, último acesso em 06/06/2006.

[REA 21]

Revista espaço acadêmico disponível em <http://www.espacoacademico.com.br/027/27amsf.htm>, último acesso em 16/05/2006.

[DIR 22]

Empresa DirectWeb site disponível em <http://www.directweb.com.br>, último acesso em 18/06/2006.

[GOO 23]

Site de procura Google, disponível em <http://www.google.com.br>, último acesso em 15/06/2005.

[MSS 24]

Site da Microsoft disponível em <http://www.microsoft.com.br>, último acesso em 23/05/2006.

[MOZ 25]

Site do Mozilla disponível em <http://www.mozilla.com>, último acesso em 21/05/2006.

[FIL 26]

Site da empresa FileFactory disponível em <http://www.filefactory.com>, último acesso em 16/05/2006

[BOX 27]

Site da empresa BoxNet disponível em <http://www.box.net>, último acesso em 16/05/2006

[DOM 29]

Site da empresa Dominal disponível em <http://www.dominal.com>, último acesso em 15/05/2006.

[OSA 30]

DC da Osasco Telecom/Intelig disponível em <http://www.osascotelecom.com.br>, último acesso em 20/05/2006

[PS5 31]

Site da empresa PS5 disponível em <http://www.ps5.com.br>, último acesso em 15/05/2006.

[IBM 32]

Site da empresa IBM disponível em <http://www.ibm.com>, último acesso em 25/05/2006.

[SOU 33]

Site da SourceForge disponível em <http://www.sourceforge.org>, último acesso em 06/06/2006.

[INT 34]

Site da empresa Intel disponível em <http://www.intel.com>, último acesso em 06/06/2006.

[CON 35]

Site da empresa Contrix disponível em <http://www.contrix.com.br>, último acesso em 10/06/2006.

[HP 36]

Site da empresa HP disponível em <http://www.hp.com>, último acesso em 25/05/2006.

[SEB 37]

Site do SEBRAE disponível em <http://www.sebrae.org.br>, último acesso em 10/06/2006.

[CEB 38]

Companhia Energética de Brasil, site disponível em <http://www.ceb.com.br>, último acesso em 15/06/2006.

[MIC 39]

Site da empresa Microware disponível em <http://www.microware.com.br>, último acesso em 15/06/2006.

[PQU 40]

Faturamento líquido da Petroquímica União disponível em [http://www.santander.com.br/portal/bsb/script/portal\\_noticias/BuscaNoticiasDet.do?co\\_edtr=4&co\\_sub\\_edtr=594&co\\_notc=543899](http://www.santander.com.br/portal/bsb/script/portal_noticias/BuscaNoticiasDet.do?co_edtr=4&co_sub_edtr=594&co_notc=543899), último acesso em 15/06/2006.

[MED 41]

Faturamento líquido da Meditronic disponível em [http://www.saudebusinessweb.com.br/sbw\\_artigo.vxlpub?id=113859](http://www.saudebusinessweb.com.br/sbw_artigo.vxlpub?id=113859), último acesso em 15/06/2006.

[ITA 42]

Faturamento líquido da Itaotec disponível em

[http://www.itaotec.com.br/noticias/2006\\_02\\_13.asp](http://www.itaotec.com.br/noticias/2006_02_13.asp), último acesso em 15/06/2006.

[BUN 43]

Faturamento líquido da Bunge disponível em <http://www.bunge.com.br/>, último acesso em 15/06/2006.

## Anexo I

### Amostra dos sinais de 65500 bytes enviados para uma máquina virtual sobre Xen

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.7 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---
```

```
10 packets transmitted, 9 received, 10% packet loss, time 9079ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.753/20.797/20.847/0.138 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=1 time=20.7 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---
```

```
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9088ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.769/20.801/20.838/0.114 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.8 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---
```

```
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9088ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.777/20.801/20.829/0.067 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.7 ms
```

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=7 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=9 ttl=64 time=20.8 ms

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9082ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.778/20.803/20.821/0.158 ms, pipe 2

PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=1 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=4 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=5 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=6 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=7 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=8 ttl=64 time=21.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=9 ttl=64 time=20.8 ms

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9083ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.791/20.906/21.703/0.274 ms, pipe 2

## Amostra dos sinais de 65500 bytes enviados para uma máquina virtual sobre VMWare

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=23.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=18.6 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=22.3 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=22.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=1 time=42.3 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=21.3 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=21.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=21.9 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.2 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 9 received, 10% packet loss, time 9010ms  
rtt min/avg/max/mdev = 18.663/23.894/42.312/6.653 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=12.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=17.9 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.6 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=23.3 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.1 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=22.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=22.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=21.2 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=21.3 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9014ms  
rtt min/avg/max/mdev = 12.570/20.345/23.380/2.982 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=17.4 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=17.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=21.1 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=21.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.4 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=15.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=17.2 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=19.2 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=18.4 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=17.1 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9013ms  
rtt min/avg/max/mdev = 15.550/18.607/21.546/1.861 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=17.4 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=18.5 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=36.4 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=18.0 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=13.1 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=34.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=18.3 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=36.0 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=17.9 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=16.3 ms
```

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9013ms  
rtt min/avg/max/mdev = 13.167/22.722/36.466/8.700 ms, pipe 2

PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=0 ttl=64 time=26.5 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=1 ttl=64 time=18.0 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=2 ttl=64 time=17.6 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=3 ttl=64 time=18.2 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=4 ttl=64 time=18.4 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=5 ttl=64 time=20.2 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=6 ttl=64 time=18.0 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=7 ttl=64 time=15.8 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=8 ttl=64 time=16.6 ms

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=9 ttl=64 time=17.3 ms

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9013ms  
rtt min/avg/max/mdev = 15.896/18.722/26.581/2.842 ms, pipe 2

## Amostra dos sinais de 65500 bytes enviados para uma máquina física

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.7 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9008ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.780/20.799/20.821/0.112 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=21.6 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9008ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.787/20.883/21.616/0.311 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=21.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.7 ms
```

```
--- 192.168.254.254 ping statistics ---  
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9009ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.743/20.886/21.774/0.317 ms, pipe 2
```

```
PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=0 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=4 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=5 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=6 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp_seq=9 ttl=64 time=20.7 ms
```

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9008ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.736/20.777/20.800/0.113 ms, pipe 2

PING 192.168.254.254 (192.168.254.254) 65500(65528) bytes of data.

65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=0 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=1 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=2 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=3 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=4 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=5 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=6 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=7 ttl=64 time=20.7 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=8 ttl=64 time=20.8 ms  
65508 bytes from 192.168.254.254: icmp\_seq=9 ttl=64 time=20.7 ms

--- 192.168.254.254 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9007ms  
rtt min/avg/max/mdev = 20.772/20.791/20.814/0.182 ms, pipe 2

## Anexo II

Resultados da Simulação de conexão 120 usuários simultâneos ao servidor de paginas web em uma virtual sobre VMWare.

Usuário simulado	Média de tempo de resposta do servidor em "ms"
1	61
2	96
3	51
4	50
5	51
6	53
7	47
8	51
9	51
10	55
11	51
12	52
13	48
14	57
15	55
16	58
17	51
18	55
19	56
20	53
21	50
22	55
23	60
24	56
25	55
26	54
27	51
28	64
29	59
30	60
31	54
32	59
33	59
34	62
35	65
36	66
37	57
38	65
39	61
40	70
41	63
42	66
43	63
44	65

45	65
46	74
47	64
48	67
49	70
50	65
51	70
52	69
53	72
54	76
55	67
56	71
57	73
58	74
59	70
60	79
61	71
62	80
63	70
64	81
65	79
66	75
67	73
68	80
69	79
70	86
71	75
72	81
73	74
74	94
75	88
76	85
77	105
78	177
79	82
80	95
81	81
82	90
83	86
84	94
85	93
86	110
87	91
88	108
89	106
90	100
91	95
92	108
93	96
94	104
95	113
96	126
97	107
98	129

99	114
100	118
101	125
102	115
103	118
104	131
105	119
106	139
107	129
108	134
109	128
110	134
111	148
112	153
113	126
114	141
115	135
116	162
117	132
118	142
119	147
120	139

Resultados da Simulação de conexão 120 usuários simultâneos ao servidor de paginas web em um servidor real

Usuário simulado	Média de tempo de resposta do servidor em "ms"
1	16
2	16
3	15
4	16
5	16
6	16
7	15
8	17
9	16
10	15
11	17
12	16
13	16
14	17
15	16
16	15
17	15
18	16
19	17
20	18
21	17
22	14
23	19
24	17
25	15
26	17
27	16
28	17
29	18
30	16
31	16
32	18
33	16
34	17
35	19
36	18
37	15
38	18
39	17
40	16
41	18
42	21
43	18
44	16
45	16
46	18
47	17

48	21
49	16
50	22
51	21
52	22
53	18
54	20
55	19
56	21
57	18
58	20
59	19
60	20
61	22
62	20
63	21
64	20
65	19
66	22
67	22
68	21
69	22
70	23
71	21
72	22
73	24
74	24
75	21
76	29
77	25
78	27
79	24
80	23
81	21
82	28
83	24
84	30
85	26
86	24
87	20
88	25
89	27
90	30
91	22
92	26
93	23
94	24
95	26
96	24
97	28
98	26
99	21
100	28
101	26

102	27
103	23
104	23
105	24
106	28
107	25
108	26
109	23
110	25
111	22
112	22
113	23
114	25
115	25
116	24
117	24
118	26
119	28
120	27

## Anexo III

Amostra do resultado do Benchmark para índices de memória e processador em uma máquina virtual sobre o Xen.

BYTEmark\* Native Mode Benchmark ver. 2 (10/95)  
Index-split by Andrew D. Balsa (11/97)  
Linux/Unix\* port by Uwe F. Mayer (12/96,11/97)

TEST	: Iterations/sec.	: Old Index	: New Index
		: Pentium 90*	: AMD K6/233*
NUMERIC SORT	: 831.2	: 21.32	: 7.00
STRING SORT	: 105.2	: 47.01	: 7.28
BITFIELD	: 4.5385e+08	: 77.85	: 16.26
FP EMULATION	: 75.2	: 36.08	: 8.33
FOURIER	: 13970	: 15.89	: 8.92
ASSIGNMENT	: 25.09	: 95.47	: 24.76
IDEA	: 1685.3	: 25.78	: 7.65
HUFFMAN	: 1332.5	: 36.95	: 11.80
NEURAL NET	: 17.893	: 28.74	: 12.09
LU DECOMPOSITION	: 884	: 45.80	: 33.07

=====ORIGINAL BYTEMARK

RESULTS=====

INTEGER INDEX : 42.632

FLOATING-POINT INDEX: 27.550

Baseline (MSDOS\*) : Pentium\* 90, 256 KB L2-cache, Watcom\* compiler 10.0

=====LINUX DATA

BELOW=====

CPU : Dual GenuineIntel Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.20GHz  
3198MHz

L2 Cache : 1024 KB

OS : Linux 2.6.12.6-xen3\_12.1\_rhel4.1

C compiler : gcc version 3.4.4 20050721 (Red Hat 3.4.4-2)

libc : libc-2.3.4.so

**MEMORY INDEX : 14.309**

INTEGER INDEX : 8.518

**FLOATING-POINT INDEX: 15.280**

Baseline (LINUX) : AMD K6/233\*, 512 KB L2-cache, gcc 2.7.2.3, libc-5.4.38

\* Trademarks are property of their respective holder.

Amostra do resultado do Benchmark para índices de memória e processador em uma máquina virtual sobre o VMWare.

BYTEmark\* Native Mode Benchmark ver. 2 (10/95)  
 Index-split by Andrew D. Balsa (11/97)  
 Linux/Unix\* port by Uwe F. Mayer (12/96,11/97)

TEST	: Iterations/sec.	: Old Index	: New Index
		: Pentium 90*	: AMD K6/233*
NUMERIC SORT	: 781.76	: 20.05	: 6.58
STRING SORT	: 97.48	: 43.56	: 6.74
BITFIELD	: 4.1661e+08	: 71.46	: 14.93
FP EMULATION	: 66.892	: 32.10	: 7.41
FOURIER	: 12789	: 14.55	: 8.17
ASSIGNMENT	: 22.746	: 86.55	: 22.45
IDEA	: 1562	: 23.89	: 7.09
HUFFMAN	: 1289.7	: 35.76	: 11.42
NEURAL NET	: 16.388	: 26.33	: 11.07
LU DECOMPOSITION	: 857.44	: 44.42	: 32.08

=====ORIGINAL BYTEMARK

RESULTS=====

INTEGER INDEX : 39.428

FLOATING-POINT INDEX: 25.717

Baseline (MSDOS\*) : Pentium\* 90, 256 KB L2-cache, Watcom\* compiler 10.0

=====LINUX DATA

BELOW=====

CPU : GenuineIntel Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.20GHz

3199MHz

L2 Cache : 1024 KB

OS : Linux 2.6.9-22.EL

C compiler : gcc version 3.4.4 20050721 (Red Hat 3.4.4-2)

libc : libc-2.3.4.so

**MEMORY INDEX : 13.121**

INTEGER INDEX : 7.928

**FLOATING-POINT INDEX: 14.263**

Baseline (LINUX) : AMD K6/233\*, 512 KB L2-cache, gcc 2.7.2.3, libc-5.4.38

\* Trademarks are property of their respective holder.

Amostra do resultado do Benchmark para índices de memória e processador em uma máquina real.

BYTEmark\* Native Mode Benchmark ver. 2 (10/95)  
 Index-split by Andrew D. Balsa (11/97)  
 Linux/Unix\* port by Uwe F. Mayer (12/96,11/97)

TEST	Iterations/sec.	Old Index	New Index
		Pentium 90*	AMD K6/233*
NUMERIC SORT	873.44	22.40	7.36
STRING SORT	110.32	49.29	7.63
BITFIELD	4.6487e+08	79.74	16.66
FP EMULATION	76.8	36.85	8.50
FOURIER	14309	16.27	9.14
ASSIGNMENT	26.018	99.00	25.68
IDEA	1741	26.63	7.91
HUFFMAN	1461.5	40.53	12.94
NEURAL NET	18.453	29.64	12.47
LU DECOMPOSITION	977.92	50.66	36.58

=====ORIGINAL BYTEMARK

RESULTS=====

INTEGER INDEX : 44.520

FLOATING-POINT INDEX: 29.019

Baseline (MSDOS\*) : Pentium\* 90, 256 KB L2-cache, Watcom\* compiler 10.0

=====LINUX DATA

BELOW=====

CPU : Dual GenuineIntel Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.20GHz  
 3199MHz

L2 Cache : 1024 KB

OS : Linux 2.6.9-22.ELsmp

C compiler : gcc version 3.4.4 20050721 (Red Hat 3.4.4-2)

libc : libc-2.3.4.so

**MEMORY INDEX : 14.833**

INTEGER INDEX : 8.945

**FLOATING-POINT INDEX: 16.095**

Baseline (LINUX) : AMD K6/233\*, 512 KB L2-cache, gcc 2.7.2.3, libc-5.4.38

\* Trademarks are property of their respective holder.

## Anexo IV

Amostra do resultado do Bonnie para leitura e escrita em disco com arquivos de 2000 MB em um servidor virtual sobre o Xen.

```
-----Sequential Output----- ---Sequential Input-- --Random--
-Per Char- --Block--- -Rewrite-- -Per Char- --Block--- --Seeks---
Machine    MB K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU /sec %CPU
2000 34629 81.6 35168 13.3 13110 0.6 35911 67.2 37736 1.4 105.0 0.2
```

Amostra do resultado do Bonnie para leitura e escrita em disco com arquivos de 2000 MB em um servidor virtual sobre o VMWare.

```
-----Sequential Output----- ---Sequential Input-- --Random--
-Per Char- --Block--- -Rewrite-- -Per Char- --Block--- --Seeks---
Machine    MB K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU /sec %CPU
2000 12561 74.5 22574 68.1 16043 31.5 19510 66.1 37123 55.4 64.6 4.1
```

Amostra do resultado do Bonnie para leitura e escrita em disco com arquivos de 2000 MB em um servidor real.

```
-----Sequential Output----- ---Sequential Input-- --Random--
-Per Char- --Block--- -Rewrite-- -Per Char- --Block--- --Seeks---
Machine    MB K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU /sec %CPU
2000 41993 98.2 44278 19.1 19830 5.5 40135 78.1 102395 6.4 1990.7 2.7
```