

Virtualização de Servidores: uma Prática que Proporciona Benefícios Ao Meio Ambiente e à Gestão Empresarial

Antonio Carlos Pinheiro de Lima Junior
acjunior03@gmail.com
IFES

Victor Toledo dos Santos Vimercati
vtoledo05@gmail.com
IFES

Flávio Pavesi Simão
fpsimao@ifes.edu.br
IFES

Cleziel Franzoni
cleziel Franzoni@hotmail.com
IFES

Carlos Alexandre Siqueira da Silva
cassilva@ifes.edu.br
IFES

Resumo: Cada vez mais os recursos naturais do planeta vêm sendo utilizados de forma abusiva, além das muitas formas de degradação no meio ambiente provida pelo ser humano. Dentro do ramo da Tecnologia da Informação, existe uma vertente diretamente relacionada às questões ambientais. Essa vertente se apresenta com o título de Tecnologia de Informação Verde (TI Verde), e suas práticas têm como foco proporcionar benefícios ao meio ambiente. Tendo em mente este foco, o presente trabalho se propõe a demonstrar uma análise comparativa entre consumo de energia e aproveitamento computacional entre serviços virtualizados e não virtualizados. Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e experimental. O experimento baseou-se na virtualização dos serviços de banco de dados, webservice e voip. A partir da aplicação da virtualização, pode-se concluir que a prática apresenta grandes vantagens, como a redução de lixo tecnológico, a diminuição no consumo de energia e o menor gasto com manutenção física dos servidores.

Palavras Chave: Meio Ambiente - Tecnologia Verde - Economia de Energia - Virtualização -

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual mostra uma crescente preocupação com os recursos naturais do planeta, pois são passíveis de extinção ou severa diminuição. Várias são as soluções criadas para o combate ou redução da degradação do meio ambiente. A Tecnologia da Informação, não fugindo de ser ameaça, através do rápido desenvolvimento tecnológico, apresenta uma vertente que está ligada diretamente com a preocupação dos recursos naturais, a Tecnologia da Informação Verde (TI Verde). Uma das práticas relacionadas à TI Verde é a Virtualização de Servidores.

A prática de Virtualização de Servidores não é uma novidade e trata de uma solução proporcionada pela plataforma dos computadores disponíveis no mercado. O tema virtualização popularizou-se rapidamente no mundo da informática e pode ser encontrada em empresas de TI de diferentes áreas de atuação e até mesmo no computador de um usuário doméstico.

Virtualização é o compartilhamento do hardware por um ou mais sistemas operacionais em um mesmo equipamento, funcionando em ambientes independentes e isolados, através de um software que permite a criação de máquinas virtuais. Por serem mais máquinas em um mesmo equipamento físico, gastos com a manutenção física dos equipamentos e consumo de energia são menores, e já que menos máquinas físicas estarão funcionando, gerando menor calor no ambiente, conseqüentemente, necessita-se de uma utilização menor dos equipamentos de refrigeração.

Tendo em vista a frase em que Lima (2009) diz: “[...] o futuro da TI é Verde”, o seguinte trabalho objetiva contribuir para que empresas possam acumular conhecimento sobre o tema abordado e que enxerguem com outros olhos essa vertente da Tecnologia da Informação e possam aderir a novas prática na organização, como a prática da virtualização, enxergando os benefícios oferecidos por ela.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Tecnologia da Informação é toda atividade e solução oferecida por recursos computacionais, permitindo a produção, armazenamento, transmissão, acesso e uso das informações.

Lucas (2010) cita ainda que “[...] a Tecnologia da Informação (TI) é a definição de qualquer atividade relacionada a computação, onde existem diversas aplicações para TI, em áreas variadas, o que acaba se tornando uma tarefa complicada defini-la por completo”. O mesmo autor ainda afirma que o significado do termo TI “[...] designa o conjunto de recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação”

Segundo Chaves (2012):

“A Tecnologia da Informação (TI) teve início na metade do século XVII após a Revolução Industrial, que aconteceu na Inglaterra. Essa revolução contribuiu para que houvesse a substituição da mão de obra artesanal pelas máquinas inventadas pelo homem.”

Afirma Pinto (2009) que:

“Porém tais máquinas necessitavam de recursos para funcionar, assim, foi acontecendo a exploração de recursos naturais que antes não eram explorados, como foi o caso do carvão mineral. Com as indústrias fazendo uso desse carvão, a queima dos combustíveis fósseis foi aumentando, o que iria gerando uma poluição no meio ambiente.

Entretanto, quando as primeiras indústrias foram surgindo, essa queima de combustível acontecia em uma pequena escala, o que não acarretava grandes prejuízos ao meio ambiente”.

Hoje, o cenário se mostra de forma diferente, com a modernização da sociedade e o surgimento de novas demandas tecnológicas, o consumo de combustíveis fósseis atingiu uma escala muito maior.

2.1 TI VERDE

A Tecnologia da Informação se torna cada vez mais presente no cenário atual, tratando-se de seu uso e relações de conceito. Assim como os recursos naturais e as questões relacionadas com meio ambiente também vêm tomando uma proporção maior com sua preocupação. Dentro de meio ambiente e Tecnologia da Informação, existe uma vertente que relaciona ambos, a Tecnologia de Informação Verde, englobando os dois temas e apresentando práticas limpas que colaboram com menor degradação ao meio ambiente.

Pinto (2009) diz que:

“Durante muito tempo, pouco se falou sobre o futuro do planeta e dos recursos naturais que ainda restam. Mas a realidade que encaramos hoje fez com que governantes e cidadãos acordassem para a escassez de água, oxigênio e outros elementos vitais para a sobrevivência humana e para a geração de energia. Aliado a isso, o setor de tecnologia vem buscando formas e iniciativas para controlar o uso desenfreado de matérias-primas, conter o gasto de energia e conservar o meio ambiente, diminuindo a emissão de poluentes, seja no solo, na água ou no ar.”

De acordo com Lucas (2010), “[...] TI Verde é uma derivação da TI cujo foco principal é tornar mais sustentável e menos prejudicial o uso da computação”.

Cavalcante *et al.* (2012) diz que “[...] um dos principais propósitos da TI Verde é desenvolver tecnologias voltadas para a proteção ambiental com vistas à eficiência energética”, o que proporciona desenvolvimento organizacional e a redução de danos as gerações futuras, através da economia e uso consciente de seus recursos.

A TI Verde apresenta um segmento dentro de Tecnologia da Informação que visa a sustentabilidade com o meio ambiente e também benefícios no que diz respeito ao consumo de energia. Como podemos observar, Muruguesan (2008) relata que:

“A relação entre a TI, meio ambiente e sustentabilidade é o foco da TI Verde. Entre suas premissas está o consumo eficiente de energia; envolve usuários e empresas na conscientização de suas escolhas diante das necessidades e dos impactos que causam no meio ambiente. Visa a racionalização do consumo de recursos desde as cadeias produtivas, vida útil dos equipamentos, até o seu descarte.”

2.2 LIXO ELETRÔNICO

Vieira *et al.* (2009) ressalta que “[...] lixo tecnológico ou lixo eletrônico é todo ou qualquer material de origem tecnológica que, se tornando obsoleto ou inservível, acaba sendo descartado ou jogado no lixo”. Muitas vezes esses equipamentos se tornam também obsoletos quanto à sua tecnologia, o que também o torna inutilizável dentro da empresa. O lixo que se torna inutilizável dentro de determinada empresa pode ainda servir para outras de porte menor, portanto, algumas empresas ainda consideram a possibilidade de realizar doações desses equipamentos que deixaram de ser utilizados.

Empresas e consumidores querem adquirir produtos modernos. O que faz com que, computadores possuam sua vida útil muito pequena. Segundo Aguilar (2009), “[...] em menos de dois anos após ter adquirido um computador, o consumidor volta às lojas a procura de

máquinas com novas tecnologias e maior capacidade de processamento”. E assim, cada vez mais computadores são substituídos facilmente. Levando em consideração essa substituição das máquinas e se o descarte não for o ideal, o lixo eletrônico se tornará cada vez maior, o que pode acarretar em grandes problemas.

De acordo com Viktor (2011):

“Os 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico são suficientes para compor vagões de trem com a capacidade de abraçar o planeta na altura do equador. Os EUA, Europa e Japão são os maiores produtores de lixo eletrônico, reciclando somente 30%, o restante é importado para nações pobres. Afirma ainda que, o Brasil está no mapa da rota do lixo eletrônico no mundo, e os Estados Unidos migra seu lixo eletrônico para nosso país”.

Equipamentos eletrônicos, segundo SMALL, B (2009) “[...] são, geralmente, produzidos com substâncias nocivas, e, geralmente descartados de forma incorreta”, e por conta desta nocividade das substâncias utilizadas na composição dos equipamentos e o descarte indevido, faz-se necessário a procura por locais especializados para realizar o descarte e a reciclagem.

2.3 PRÁTICAS DE TI VERDE

As práticas relacionadas com TI Verde se apresentam de diversas formas, com objetivo de reduzir impactos ambientais e trazer benefícios à quem as adotam.

De acordo com Silva² (2010):

Os princípios e as práticas de TI Verde, tem foco na análise da energia consumida pelos equipamentos, estudando maneiras de otimização dessa energia. Além disso, preza pela conscientização e mudança de hábitos dos usuários por meio de projetos de ensino e conscientização melhorando assim o desempenho e reduzindo o consumo de energia dos equipamentos.

As práticas relacionadas com o tema apresentam foco na análise da energia consumida pelos equipamentos, porém seus objetivos não se limitam a esse quesito. Existem diversas outras práticas como economia de papel, otimização do uso de equipamentos como impressoras (através do compartilhamento) e servidores (através da virtualização), reutilização de componentes (reciclagem), descarte de lixos tecnológicos em locais adequados. Portanto, as práticas de TI Verde no geral, apresentam preocupação com o meio ambiente e sustentabilidade, apresentando soluções que contribuem para a menor degradação e maior racionalização dos recursos ambientais.

2.4 OS NÍVEIS DAS PRÁTICAS DE TI VERDE

As práticas de TI Verde são aplicadas de acordo com o perfil de cada organização. Segundo Pinto e Savoine (2011) “[...] é preciso ser feita uma análise estrutural da empresa para identificar a prática correta para ser implementada”, para que as práticas não venham causar prejuízos à quem as adotam.

Para Pinto e Savoine (2011):

“As práticas de TI Verde se dividem em três níveis:

- TI Verde de incrementação tática: Apresentam medidas que não geram custos adicionais a empresa, esta visa reduzir os gastos elétricos quando são demasiados. Não altera a política nem a estrutura de TI da empresa.

- TI Verde Estratégico: Neste é exigido um planejamento, pois apresenta a necessidade de mudança na infraestrutura de TI, visa desenvolver meios de produção e serviço de forma ecológica.

- TI Verde a fundo: Engloba as duas estratégias anteriores, portanto apresentam maiores custos à empresa, porque acontecem mudanças nas instalações e na maximização do desempenho com menor gasto. Um exemplo é a mudança nos sistemas de refrigeração e iluminação da empresa”.

Apresenta Impagliazzo, M. (2012) que:

“Algumas empresas que fazem uso dessas práticas. O Google, que pratica ações que incluem desde o planejamento de seu datacenter à locomoção dos funcionários com veículos híbridos e o consumo de energia alternativa como a solar e o Yahoo com plano ambiental agressivo que inclui desde a construção de datacenter com produção de acordo com as normas e exigências ambientais, o uso da virtualização de servidores, a gestão do consumo elétrico gerado pelo resfriamento de seus equipamentos até a extensão de medidas para o cotidiano dos funcionários”.

Portanto, a partir da citação acima, pode-se observar que a TI Verde está se tornando cada vez mais presente e que empresas de ponta estão fazendo uso de suas práticas, reforçando a ideia de que o assunto abordado pelo seguinte trabalho se torna cada vez mais forte dentro do cenário em que está inserido.

2.5 VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES COMO PRÁTICA DE TI VERDE

A TI Verde e suas práticas têm como principal objetivo diminuir o nível de degradação e aumentar o nível de consciência de empresas que utilizam desse segmento, frente ao meio ambiente. As vantagens referentes à utilização de práticas ligadas a TI Verdes se tornam mais evidentes após sua implantação. Esta percepção ocorre no momento em que se constata a redução dos custos operacionais.

2.5.1 Virtualização de servidores

A virtualização de servidores é a técnica de executar um ou mais servidores virtuais em uma única máquina física. Creasy, (1981, p.483-490) diz “[...] Virtualização pode ser definida com a capacidade de criar diversas máquinas lógicas, chamadas de máquinas virtuais, em um único hardware.”

Ribas (2008) ressalta que “[...] A virtualização tem como meta principal permitir que múltiplos sistemas operacionais e aplicativos rodem simultaneamente em um mesmo item de hardware, permitindo que seja exibido um único sistema”. Os servidores continuam a aparecer para os usuários como se fossem servidores físicos separados, apesar de serem servidores virtualizados em uma única máquina física.

Com a diminuição dos servidores físicos a necessidade de espaço físico para alocar as máquinas diminui, assim como o gasto com equipamentos para climatização do ambiente, pelo fato que com menos máquinas físicas menor será o aquecimento do ambiente.

De acordo com Lamb (2009):

“Virtualização é o conceito de tratar sistemas abstratos buscando reduzir o número de servidores físicos de um local, com isso gera o aumento de espaço físico, redução de custos com energia e o princípio que mais se relaciona com TI Verde, a redução da emissão de gases nocivos na atmosfera.”

Portanto, as vantagens da virtualização em relação a TI Verde, está na redução de gastos com equipamentos de refrigeração, a menor necessidade de espaço físico e a redução do lixo tecnológico.

A virtualização na plataforma x86 não era possível antes de 1999. Isto somente foi possível após a criação do software que ofereceu a capacidade de abstrair o sistema operacional da parte física, como afirma VMware:

“Em 1999, a virtualização passou a ser possível em plataformas x86, trabalhando com processadores *Intel*® e *AMD*® graças a um software, desenvolvido pela *VMware*®, que permitiu desvincular o sistema operacional e os aplicativos dos recursos físicos. Essa evolução, de acordo com a IDC6, foi à estreira para toda a movimentação atual em torno da tecnologia de virtualização.”

2.5.2 Hypervisores (monitor de máquinas virtuais)

É através do monitor que é feita toda a manipulação das máquinas virtuais. Segundo Silva³ (2007) “[...] o monitor de máquinas virtuais que cria e gerencia os ambientes de máquinas virtuais, interpretando e emulando o conjunto de instruções entre as máquinas virtuais e a máquina real (hardware).”

2.5.2.1 Máquinas virtuais clássicas ou de tipo I

Silva³ (2007) diz:

“Nesta abordagem o monitor de máquinas virtuais é implementado entre o hardware e os sistemas convidados (também chamados de sistemas *guest* ou *guest systems*)”.

O monitor possui controle sobre o hardware e cria um ambiente de máquinas virtuais dando a cada máquina virtual o comportamento de uma máquina física, podendo executar sobre esses ambientes, sistemas operacionais iguais ou diferentes, totalmente isolados entre si.”

Neste tipo de máquina virtual, o monitor é o sistema base do computador, funciona como o sistema anfitrião, assim possibilitando o acesso direto ao hardware da máquina. Esse tipo de monitor emula o ambiente da máquina virtual, isto em cima do hardware físico existente, funcionando como uma separação lógica dos recursos. É somente ele que está entre a máquina virtual e o hardware (equipamento físico). Como demonstra a Figura 1.

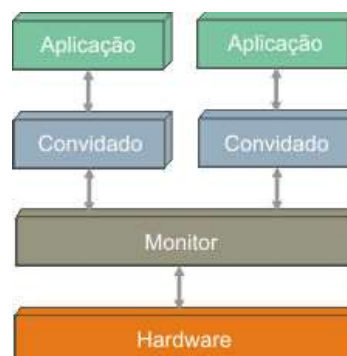


Figura 1: Esquema representativo de máquinas virtuais do tipo I.
Fonte: Silva³ (2007).

2.5.2.2 Máquinas virtuais hospedadas ou de tipo II

De acordo com Silva³ (2007):

“Nesta abordagem o monitor é implementado como um processo de um sistema operacional “real” (sistema anfitrião)”.

O monitor de tipo II funciona de forma análoga ao de tipo I, com a diferença que ele é executado sobre o sistema operacional anfitrião, como um processo deste. Neste modelo o monitor simula todas as operações que o sistema anfitrião controlaria.”

Neste tipo de máquina virtual, o monitor parte do princípio de ser uma aplicação do sistema anfitrião, criando um ambiente totalmente virtual, emulando um hardware físico. Como mostra a Figura 2.

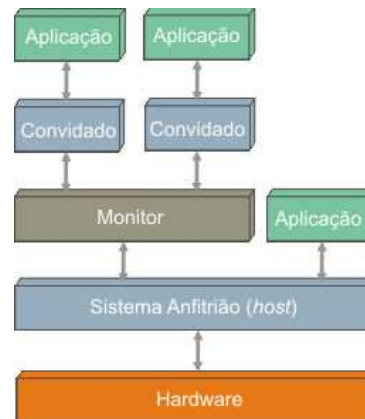


Figura 2: Esquema representativo de máquinas virtuais do tipo II.
Fonte: Silva³ (2007).

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e experimental, tendo como cenário o núcleo de informática do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES – Campus de Alegre. Os três serviços virtualizados foram: Banco de dados (BD), Webservice e Voip. Foi criada uma máquina virtual para o Voip, uma máquina para o Webservice e uma terceira máquina virtual para o serviço de banco de dados. O trabalho foi realizado entre os meses de agosto a novembro de 2013.

Neste trabalho o servidor físico foi nomeado de servidor de virtualização, e, para aplicação da técnica de virtualização foi utilizado um servidor de rack HP Proliant DL160 G6 Quad-core Xeon E5606 (dois processadores Quad-core de 2.0Ghz cada núcleo, totalizando um poder computacional total de 16Ghz de velocidade) com 4GB de memória e dois *hard disk* (disco rígido - HD) Seagate de 500GB com 32MB de cache, que oferece suporte a virtualização pelas configurações de hardware.

O *VMware ESXI 5.1*¹ foi o sistema utilizado para oferecer a base para criar e gerenciar a estrutura de TI virtualizada, que é o monitor de máquinas virtuais classificada como tipo I, sendo assim, instalado diretamente no hardware da máquina, sem necessidade de um sistema operacional anfitrião. Para o acesso da estrutura de virtualização gerada pelo VMware ESXI 5.1 para manipulação das máquinas virtuais, foi utilizado o VMware vSphere Client².

O sistema operacional virtualizado referente a cada servidor foi o *CentOS 6.2* 64bits, cujos requisitos mínimos para o funcionamento do sistema são 64MB de memória, 2GB de HD e processador de 1.0Ghz 386, x86_64 de acordo com CentosBR (2013), onde foram configurados os serviços de BD utilizando o MYSQL-SERVER, o webservice utilizando o

¹ Disponível em <https://my.vmware.com/web/vmware/downloads>

² Disponível em <https://my.vmware.com/web/vmware/downloads>

APACHE juntamente ao serviço de FTP e o serviço de Voip foi utilizado o sistema *Elastix*, que possui a necessidade de uma máquina tipo servidor somente para o sistema, o servidor Voip. O servidor Voip que foi instalado e configurado pretende ser utilizado nas instalações do IFES em breve. Ressaltando que todos os sistemas e softwares utilizados para o desenvolvimento desta técnica são gratuitos.

Em um primeiro teste, os serviços foram instalados individualmente na máquina física, como servidor dedicado, procurando visualizar o consumo do sistema computacional de cada servidor.

Em um segundo momento, os serviços foram virtualizados, através da instalação do VMware ESXI 5.1 e fazendo a criação das máquinas virtuais, para a configuração dos servidores como máquinas físicas separadas.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da implementação das diferentes configurações dos servidores, possibilitadas com os recursos disponíveis, foi possível obter os dados dos servidores dedicados e de todos os servidores virtualizados em uma única máquina física.

Na Figura 3 vemos os valores obtidos pelo servidor dedicado de Banco de Dados, onde percebe-se o desperdício de poder computacional da máquina física, pelo uso nulo da CPU e uso de aproximadamente 5,66% apenas da memória Real.



Figura 3: Utilização de recursos computacionais do servidor de banco de dados.

Fonte: Júnior, A. C. P. L. e Vimercatti, V. T. S.

Os valores apresentados pelo servidor dedicado de *WEBSERVICE* são demonstrados na figura 4. Assim como no servidor de banco de dados, pode-se perceber a sub utilização do poder computacional da máquina física, tanto na CPU com uso nulo, quanto de 5,73% da memória real.



Figura 4: Utilização de recursos computacionais do servidor de webservice.
 Fonte: Júnior, A. C. P. L. e Vimercatti, V. T. S.

A partir dos valores apresentados pelo servidor de Voip (Figura 5), pode-se observar a subutilização do poder computacional, através do uso de apenas 1,4% da CPU, e o uso de apenas 9,8% da memória real.

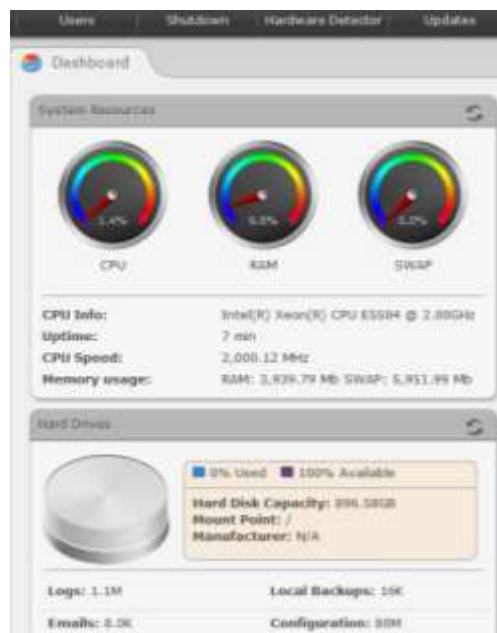


Figura 5: Utilização de recursos computacionais do servidor de Voip.
 Fonte: Júnior, A. C. P. L. e Vimercatti, V. T. S.

Observando as três figuras anteriores, constata-se a necessidade de realizar a virtualização dos servidores em uma única máquina física, pelo fato que existe um grande poder computacional subutilizado. A máquina física apresenta capacidade para maior aproveitamento, tanto da memória real quanto da CPU.

Com a implantação da virtualização, foi possível visualizar o aproveitamento do poder computacional, conforme a Figura 6 demonstra, onde ocorre a utilização de 89% da memória real e melhor aproveitamento da CPU.

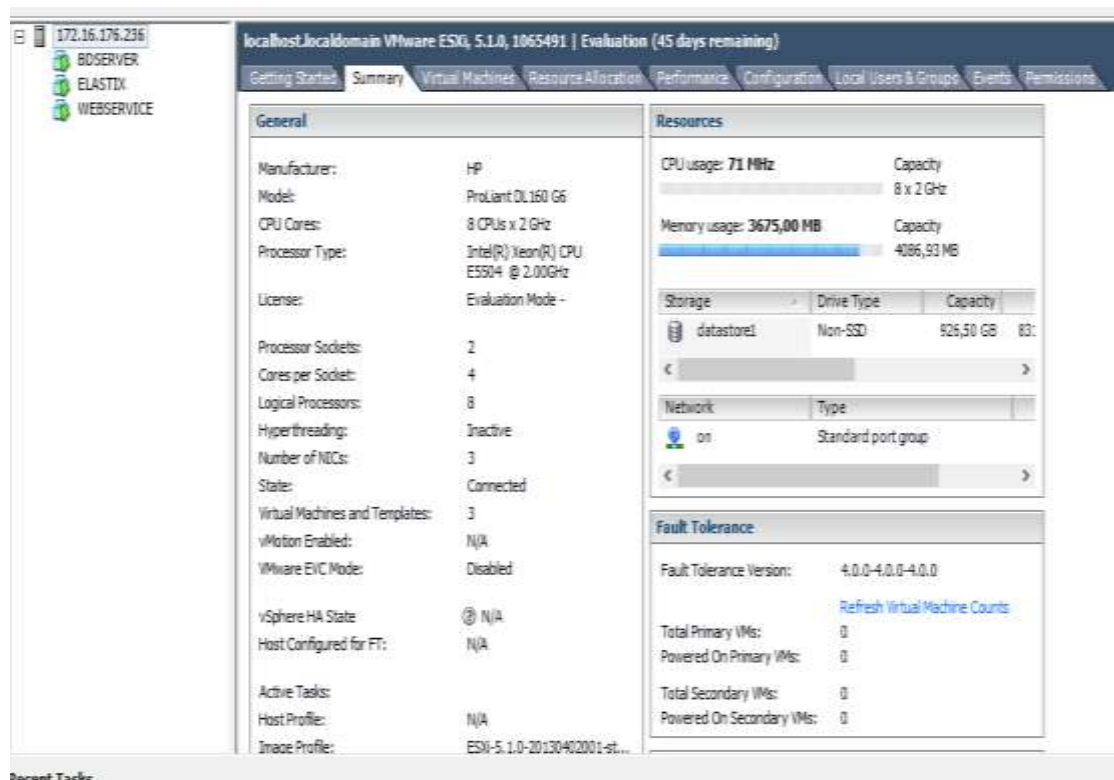


Figura 6: Utilização dos recursos computacionais do servidor de virtualização

Fonte: Júnior, A. C. P. L. e Vimercatti, V. T. S

Comparando os resultados apresentados anteriormente, observa-se um maior e melhor aproveitamento do poder computacional na virtualização. Este fato é demonstrado através da melhor utilização da memória, que foi de 89% no servidor virtualizado, sendo 1 GB de memória alocado para cada máquina virtual, sendo suficiente para fornecer os serviços.

O consumo de memória para cada servidor virtualizado foi igual, em MB, para cada servidor dedicado. Neste caso, o servidor de virtualização apresentou uma utilização total de 21,19%, igual ao somatório de cada servidor dedicado.

Em relação ao consumo de energia, se houvessem três servidores, de igual configuração, o gasto de energia seria três vezes maior para manter os circuitos em funcionamento (Placa mãe, fonte, HDs, memórias). O gasto com refrigeração do ambiente também aumentaria, pois com um maior número de servidores físicos, a geração de calor é maior, aumentando a necessidade de refrigeração do ambiente.

5. CONCLUSÃO

Com o resultado adquirido, pode-se concluir que a prática de virtualização pode proporcionar benefícios econômicos, através da diminuição no consumo de energia e de lixos tecnológicos, e ao meio ambiente através da redução de lixo tecnológico atendendo assim não só a uma demanda da sociedade, por uma utilização mais consciente dos recursos naturais, mas também à demanda da redução de custo operacional das empresas.

Através da aplicação da prática de virtualização, pode-se otimizar os recursos computacionais dos servidores, diminuindo assim a necessidade de aquisição de um número maior de máquinas para realizar a mesma tarefa. A diminuição do quantitativo de máquinas também promove a diminuição de geração de calor, possibilitando uma economia do serviço de resfriamento dos ambientes ocupados por elas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, F.P; Tecnologia da Informação Verde: uma abordagem sobre investimentos e atitudes das empresas para tornar socialmente sustentável o meio ambiente. São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-23.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

CAVALCANTE, V. M. R. M; ARAUJO, B. D. L; WALLY, J.; TI VERDE: estudo conceitual e análise das iniciativas de ti verde nas empresas de fortaleza. In: CONNEPI, VII, 2012, Anais, Palmas-TO. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3689/967>> Acesso em: 01 dez. de 2013.

CentOS; Suporte ao Linux. Disponível em: <<http://centosbr.org/>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

CREASY, R. J. The origin of the VM/370 Time-sharing System. IBM J.Res. Develop. P. 483-490, Sept, 1981.

IMPAGLIAZZO, M; TI Verde - Tecnologias e Humanidades: Educação para Sustentabilidade no Século XXI. In: 44º Seminário Brasileiro de Tecnologia Educacional, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: < http://abt-br.org.br/abt-palestras/27ti_verde.ppt> Acesso em: 15 set. 2013.

LAMB, J. P. The greening of IT: How companies can make a difference for the enviroment. Boston: Pearson Education, 2009.

LIMA, L. O futuro da TI é verde. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.timaster.com.br/revista/materias/main_materia.asp?codigo=1546>. Acesso em: 03 dez. 2013.

LUCAS, T. dos S; TI Verde: A Sustentabilidade na área tecnológica. In: Centro Paula Souza, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://fateczl.edu.br/TCC/2010-1/TCC-013.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2013.

PINTO, F; N. Ti Verde: **A tecnologia sendo influenciada pelo meio ambiente.** In: Centro Paula Souza, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-27.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2013.

PINTO, T. M. da C; SAVOINE, M. M; Estudo sobre TI Verde e sua aplicabilidade em Araguaína. In: Revista Científica do ITPAC, Vol. 4, Num.2, Publicação 3, Araguaína - TO, 2011. Disponível em: < <http://www.itpac.br/hotsite/revista/artigos/42/3.pdf> >Acesso em: 20 out. 2013.

RIBAS, M. Consolidação de Servidores: Estudo de Caso. Novo Hamburgo, Dezembro de 2008. Centro Universitário Feevale, Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: < http://tconline.feevale.br/tc/files/0001_1744.doc> Acesso em: 02 nov. 2013.

SILVA², M.R.P; ZANETI, M.G.Z; SOUZA, A.N. TI Verde. Princípios e Práticas Sustentáveis para Aplicação em Universidades. Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, III, 2010, Belém- PA. Disponível em: <<http://labplan.ufsc.br/congressos/III%20SBSE%20-%202010/PDF/SBSE2010-0085.PDF>>. Acesso em 03 dez. 2013.

SILVA³, R. F; Virtualização de Sistemas Operacionais. Monografia. 2007. Disponível em: <<http://www.lncc.br/~borges/doc/Virtualizacao%20de%20Sistemas%20Operacionais.TCC.pdf>> > Acessado em 02 dez. 2013.

VIKTOR, Mariana. Onde os eletrônicos vão morrer (e matar). Revista Galileu, 2011. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Galileu/0,,EDG87014-7493-217,00->

ONDE+OS+ELETRONICOS+VAO+MORRER+E+MATAR.html> Acesso em: 15 out. 2013.

VIEIRA, K; N; et al. A Logística reversa do lixo tecnológico: Um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. RGSA, In: Revista de Gestão Social e Ambiental, V.3, Nº.3, p.120-136, 2009.

VMWARE. Virtualização. Disponível em: <<http://www.vmware.com/br/virtualization/>> Acesso em: 14 nov. 2013.