

## **VIRTUALIZAÇÃO: Pensando na T.I. Verde**

Carlos Ka Hing Chen  
Redes de Computadores – Fatec Bauru  
carlos.chen@fatec.sp.gov.br

Guilhermy Albuquerque dos Santos  
Redes de computadores – Fatec Bauru  
guilhermyalbuquerque@hotmail.com

Mateus Cremonez Viero  
Redes de Computadores – Fatec Bauru  
mateus.viero@fatec.sp.gov.br

Anderson Francisco Talon  
Redes de Computadores – Fatec Bauru  
anderson.talon@fatec.sp.gov.br

**RESUMO:** Por séculos tem se utilizado os recursos naturais de forma abusiva e o avanço da tecnologia é diretamente proporcional ao quanto se é explorado o meio ambiente. Se tornando cada vez mais imprescindível a mudança na tomada de atitude em ambientes corporativos. Segundo as Nações Unidas (2019), estima-se que até 2050 o mundo terá produzido 120 milhões de toneladas de lixo eletrônico. Com base nisso, o trabalho tem como objetivo através da virtualização propor um comparativo prático do consumo de energia e a produtividade computacional entre ambientes virtuais e os não virtuais, levantando também a quantidade de descarte de lixo eletrônico que os dois ambientes contrários podem produzir. A fim de propor uma visibilidade em métodos que podem diminuir o impacto do uso da tecnologia no meio ambiente, reduzindo a produção de resíduos sem afetar a produtividade organizacional. A partir dos dados obtidos, é perceptível a eficiência dos ambientes virtualizados perante os ambientes físicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência Energética; TI Verde; Virtualização; Servidores; Lixo Eletrônico; Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** *For centuries, natural resources have been used in an abusive way and the advancement of technology is directly proportional to how much the environment is explored. It is becoming increasingly essential to change the attitude in corporate environments. According to the United Nations (2019), it is estimated that by 2050 the world will have produced 120 million tons of electronic waste. Based on this, the work aims, through virtualization, to propose a practical comparison of energy consumption and computational productivity between virtual and non-virtual environments, also raising the amount of electronic waste disposal that the two opposite environments can produce. In order to propose visibility into methods that can reduce the impact of the use of technology on the environment, reducing the production of waste without affecting organizational productivity. From the data obtained, the efficiency of virtualized environments is noticeable in relation to physical environments.*

**Keywords:** *Energy Efficiency; Green IT; Virtualization; Servers; Eletronic Junk; Sustainability.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os componentes presentes em eletrônicos são um dos principais responsáveis por problemas ambientais e atualmente, assuntos como o T.I. verde, economia de recursos e sustentabilidade estão em alta, visto que com os altos índices de poluição ambiental, procura-se soluções para amenizar esse tipo de problema.

As tecnologias de virtualização hoje, tornam-se ferramentas importantes para o T.I. Verde, reduzindo a produção de lixo eletrônico e o consumo de energia. Os componentes presentes em eletrônicos são um dos principais responsáveis por problemas ambientais, isso vai desde a sua fabricação até a eliminação de resíduos. A virtualização, reduz o uso de computadores físicos, acarretando a redução na produção de resíduos no meio ambiente, desta forma, entende-se que a produção de lixo eletrônico e a poluição serão reduzidas. Muitas tecnologias hoje, como o *cloud computing* e a virtualização podem e devem ser utilizadas como um tipo de tecnologia sustentável, o que irá reduzir os gastos com energia e componentes poluentes que são utilizados em sua produção.

É estimado que, o uso de computadores em pequenas empresas cresceu de 30% a 80%, dependendo da natureza e a localização do negócio (PALVIA & AMP; PALVIA, 1999). De acordo com (MURUGESAN, 2008) computadores consomem uma grande quantidade de energia e geram custos significativos as empresas o que contribui de forma indireta para a emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) nas usinas termoeletricas, esses gases interferem diretamente no ecossistema. Desta forma a virtualização contribui com uma drástica redução no consumo de energia, visto que a energia elétrica proveniente das concessionárias produz níveis elevados de poluição devido a queima de combustíveis fósseis.

Sendo assim une uma grande evolução tecnológica com a questão ambiental que é importantíssima. Existem diversas ferramentas que podem virtualizar sistemas de servidores, dentre elas KVM, VBox, Hyper-V e VMware. De acordo com as propostas delimitadas anteriormente, o objetivo da pesquisa busca utilizar meios de virtualização para reduzir o uso de componentes físicos (hardware) dos computadores.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A T.I. Verde promove a ideia de um uso mais sustentável, porém sem abdicar das novas tecnologias e para isso ideias inovadoras são essenciais. Entre elas, surge a virtualização que é uma prática que já vem sendo adotada por diversas empresas no Brasil e no mundo, não somente para contribuir com o meio ambiente e a sustentabilidade, mas também, porque reduz os custos e os gastos desnecessários com muitos equipamentos. Segundo King (2009), os computadores existem desde a década de 1990, e a cada ano que se passa tornam-se mais potentes e avançados, sendo necessário trocas constantes para manterem-se atualizados.

### 2.1.T.I. Verde

Após a terceira revolução industrial, foram realizados investimentos massivos em tecnologia o que proporcionou um salto exponencial em seu desenvolvimento, que é a cada vez mais inova com um aparelho ou equipamento novo, conseqüentemente surgindo mais lixo eletrônico, assim emergem novos movimentos voltados para práticas sustentáveis, onde o principal objetivo é a redução da poluição e da energia no desenvolvimento de produtos e serviços (D'SOUZA et al., 2006).

Quando o lixo eletrônico é descartado de forma incorreta, ele pode causar diversos problemas como a poluição de terrenos, rios e problemas à saúde (sanitários), devido as substâncias tóxicas que esses equipamentos emitem como dióxido de carbono, cádmio, mercúrio, zinco e arsênio. Cada vez mais pessoas que tem contato com Tecnologia da Informação (T.I.) tem mostrado preocupação com o impacto que esses equipamentos podem fazer ao meio ambiente (SPOSITO, 2008; MONTE, 2009c).

O movimento sustentável (que visa a reciclagem correta de equipamentos eletrônicos) chegou aos departamentos de tecnologia sob o nome de T.I. Verde, sendo direcionada principalmente aos negócios, tornando-se uma das principais preocupações dos CEOs (MOLLA, 2009), sendo, desde 2008, apontada como uma das principais tendências da área (THIBODEAU, 2007; COMPUTERWORLD, 2009a; ITWEB, 2009).

Conforme aponta (ELLIOT, 2008; BINNEY, 2008), a T.I. Verde pode ser vista de duas formas: um analisando o ciclo de vida de equipamentos eletrônicos e recursos tecnológicos, e outra monitorando os efeitos dos gases que causam o efeito estufa, ou ainda observando os impactos no abastecimento de água, energia e no desperdício de recursos naturais. Quando colocado em prática a “T.I. Verde” mostra-se um importante aliado do desenvolvimento sustentável para empresas que usufruindo dos meios corretos, o lixo eletrônico é reduzido, há o aumento da eficiência energética e os impactos negativos sob o meio ambiente serão reduzidos. (LANKOSKI, 2008).

## **2.2. VIRTUALIZAÇÃO**

A virtualização é apresentada como uma tecnologia capaz de emular sistemas operacionais e softwares em apenas uma única máquina física reduzindo gastos com energia, manutenção e refrigeração, no entanto, segundo a EMA (Enterprise Management Association), a virtualização aborda um conceito mais amplo.

Esta tecnologia permite que seja simulado aplicações, servidores, armazenamento e estrutura em redes de uma maneira que tem como consequência a redução dos custos para a empresa, aumentando a eficiência, fornecendo maior controle e flexibilidade dentro de uma infraestrutura de TI. Apesar da virtualização ser uma ideia antiga, ela se propagou em 1970. Hoje em dia, a virtualização é importantíssima na era digital (ALECRIM, 2013).

Conforme disse (SIQUEIRA, 2008), a virtualização tem um potencial extremamente grande, conta com inúmeras vantagens que chega a constituir um novo campo da informática, permitindo a simulação de aplicativos, ferramentas e demais recursos. Facilita a transformação de ambientes físicos complexos em ambientes simplificados e fáceis de gerenciar.

### **2.2.1. Tipos de Virtualização**

Existem inúmeras maneiras de implementar e usar os recursos de virtualização. Dentre os meios mais utilizados, está a virtualização de servidores, a de aplicativos e de Desktops.

A seguir, será apresentada cada uma dessas formas de virtualização, partindo da virtualização de servidores.

#### **2.2.1.1. Virtualização de Servidores**

A virtualização de um servidor é a criação de partições lógicas dentro de um único dispositivo físico, com isso cada servidor lógico pode rodar diferentes sistemas operacionais e aplicativos independentemente (VERAS, 2011).

De acordo com (WAHL, 2014), existe uma central de dados de servidores físicos, a fim de isolar os aplicativos, mas para cada um novo aplicativo necessita de um novo espaço para o alojamento de dados de uma expansão física do servidor, o aumento de custos, gastos como de energia e servidores subutilizados.

A virtualização de servidores isola os aplicativos e elimina todo o tipo de incompatibilidade de aplicações, consolidando muitas dessas máquinas virtuais em menos servidores físicos, utilizando menos recursos dos servidores físicos e definindo o tanto exato de CPU, memória RAM e armazenamento necessitado.

LAUREANO (2006) diz que a máquina virtual simula todos os dispositivos de hardware de um computador, ela tem uma ilusão que existe um hardware específico para ela. Operações em máquinas virtuais não podem de forma alguma mudar o estado de outras máquinas do mesmo sistema físico, ou seja, nem todas as instruções das máquinas virtual podem ser executadas pelo hardware.

### **2.2.1.2. Virtualização de Aplicações**

Nessa modalidade uma das principais funções é permitir que aplicações e recursos que demandem de uma arquitetura específica rodem no mesmo equipamento físico, garantindo maior integração entre as ferramentas.

Uma aplicação virtualizada, é formada por um pacote único que recebe o nome de “*container*” armazenando todas as bibliotecas necessárias para que a execução seja possível, permitindo o funcionamento da aplicação em máquinas diferentes que contém hardwares e sistemas operacionais distintos. Um dos principais desafios encontrados nas organizações, está na compatibilidade, já que todos os dias, inúmeras aplicações diferentes rodam em sistemas distintos, podendo ocasionar problemas de compatibilidade devido as diferentes versões da aplicação ou do sistema operacional.

Com esta modalidade de virtualização, não é necessário a instalação do aplicativo, pois o mesmo, está compactado com todos os arquivos necessários para a execução. Além do fator praticidade e garantia de compatibilidade, há também redução na exigência de suporte técnico para manter todos os sistemas atualizados e compatíveis com determinada aplicação.

### **2.2.1.3. Virtualização de Desktops**

A ideia por trás dessa modalidade de virtualização, está na concentração do sistema operacional em um único servidor físico, que irá transmitir o sistema operacional para os outros terminais através da rede.

A principal vantagem desta técnica de virtualização é a capacidade de gerenciamento, ou seja, é possível gerenciar inúmeros sistemas operacionais com poucos cliques, evitando que o suporte técnico tenha que correr por todos os departamentos atrás de falhas como vírus, problemas com aplicações e outros problemas de compatibilidade.

Em poucos cliques, é possível manter os aplicativos e o sistema totalmente atualizados, evitando prejuízos sejam financeiros ou de tempo, visto que diagnosticar cada máquina isoladamente demanda muita mão de obra.

Outro fator interessante, está a possibilidade de acesso remoto, muitas organizações trabalham com colaboradores que estão em *home-office*, ou em que é necessária a locomoção constante, por isso, esse tipo de virtualização permite acessar a sua área de trabalho de qualquer lugar e de qualquer dispositivo, tornando muito prático e de fácil acesso.

### 3. ARQUITETURAS DE VIRTUALIZAÇÃO

Conforme disse Laureano (2006), dentre as arquiteturas existentes de virtualização, pode-se citar duas delas, que são a *hosted* e a *bare metal*, cada qual com sua maneira de operar. Ambas, dependem do *hypervisor*, que nada mais é do que uma camada de softwares responsável pelo monitoramento das máquinas virtualizadas, podendo operar de maneira “terceirizada” ou “nativa”.

#### 3.1. Arquitetura Hosted

Nesta arquitetura, o gerenciamento das máquinas virtuais é feito através de uma ferramenta que opera como um software no sistema operacional. Neste caso, podemos citar softwares como o Virtual Box, Hyper-v, VMware Workstation entre outras que são amplamente utilizadas no mercado. A seguir, uma mostra do que seria a arquitetura *hosted*.

Figura 1: Demonstrativo da arquitetura hosted

Aplicações	Aplicações	Aplicações
Sistema operacional 1	Sistema operacional 2	Sistema operacional 3
Software de gerenciamento de VM's (Oracle Virtual box, VMware Workstation)		
Sistema Operacional		
Hardware		

Fonte: Elaborado conforme informações de Carissimi (2008).

#### 3.2. Arquitetura Bare Metal

*Bare Metal*, também podendo ser chamada de arquitetura de tipo 1 ou nativo, o software roda diretamente sobre o hardware da máquina, sem que haja a necessidade de um intermédio como no caso do *hosted*, em que é necessário um software específico de gerenciamento de máquinas virtuais. A seguir, segue demonstrativo da arquitetura *bare metal*.

Figura 2 – Demonstrativo da arquitetura bare metal

Aplicações	Aplicações	Aplicações
Sistema operacional 1	Sistema operacional 2	Sistema operacional 3
VmWare ESXI, KVM, Microsoft Hyper-V.		
Hardware		

Fonte: Elaborado conforme informações de Carissimi (2008).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho e levantar os dados necessários, foram realizados comparativos entre dois ambientes. Para a construção destes dois ambientes, utilizamos um computador desktop para a realização deste experimento. Segue a seguir a ficha técnica referente ao equipamento utilizado para testes.

Figura 3 – Ficha técnica do equipamento utilizado

CPU	
Coleção de produtos	7ª geração de processadores Intel® Core™ i5
Codinome	Kaby Lake
Segmento vertical	Desktop
Número do processador	i5-7400
Litografia	14 nm
Número de núcleos	4
Nº de threads	4
Frequência base	3.00 GHz
Frequência turbo max	3.50 GHz
Cache	6 MB Intel® Smart Cache
Velocidade do barramento	8 GT/s
TDP	65 W
GPU	
Modelo	GTX 1050 TI
Marca	NVIDIA
Arquitetura	Pascal
Cuda Cores	768
Frame Buffer	4 GB GDDR5
Velocidade da memória	7 GB/s
Clock básico (MHz)	1290 Mhz
Boost Clock (MHz)	1392 Mhz
Largura da interface de memória	128 Bits
Graphics Card Power (W)	75W
Temperatura máxima	97 ° C
MEMÓRIA RAM	
Marca	Hyper X
Modelo	HX426C16FB3/8
Capacidades de módulo	8GB x2
Frequência (Mhz)	2400 Mhz
Voltagem	1.2V
ARMAZENAMENTO 1	
Marca	Sandisk
Modelo	SDSSDA-120G-G27
Capacidade máxima	120 GB
Velocidade de leitura	até 530 MB/s
Velocidade de gravação	até 310 MB/s
Tipo de interface	SATA III
ARMAZENAMENTO 2	
Marca	Toshiba
Modelo	HDWD110XZSTA
Capacidade máxima	1TB
RPM	7200 RPM
Tipo de interface	SATA III
PLACA MÃE	
Modelo	H110G
Marca	Pcware
Socket	LGA 1151
FONTE	
Marca	Liteon
Modelo	PS-6301-09AZ
Potência	300W

Fonte: Informações retiradas do site dos próprios fabricantes.

Um ambiente será o ambiente virtualizado, contendo um servidor de DHCP e FTP rodando em sistema Linux (16.04), e um Windows Server (v. 2019) com ferramentas de Active Directory. E o outro ambiente, contendo apenas uma máquina física e um único servidor em atividade. A partir da análise e medições de sistema destes dois ambientes, será verificado como cada um deles se comporta em relação a desempenho, uso de processamento, memória, velocidade, gastos de energia e se a capacidade operacional condiz com o hardware da máquina.

Para realizar a virtualização das máquinas que as quais seriam os servidores, foi utilizado a ferramenta de virtualização (Virtual Box) de propriedade da Oracle na sua versão 6.1, que pode ser obtida e utilizada de maneira gratuita.

Para as máquinas virtualizadas foram disponibilizados 2GB's de memória RAM, 20GB de armazenamento e 2 Núcleos de processamento. Para realizar os testes dos físicos onde foi feita a instalação dos servidores Linux e Ubuntu, utilizado um processador Core2Duo 2.6Ghz (2 núcleos) 2GB's de memória RAM e 80GB's de armazenamento.

Diante disso, coletamos resultados e realizamos uma comparação dos servidores físicos e virtuais. Para realizar os monitoramentos do hardware utilizamos os softwares HWMonitor na sua versão 1.4.2.0 onde pode ser adquirido gratuitamente no site do próprio software e o Hardinfo onde pode ser obtido no próprio prompt do Linux.

## **5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Após realizado a instalação dos servidores de AD, FTP e DHCP, deu-se início a uma bateria de testes, cujo objetivo seria identificar o desempenho obtido através de sistemas operacionais virtualizados e a partir disso, fazer um comparativo diferenciando um ambiente virtualizado de um ambiente com servidores físicos, demonstrando as vantagens de se ter um complexo virtualizado.

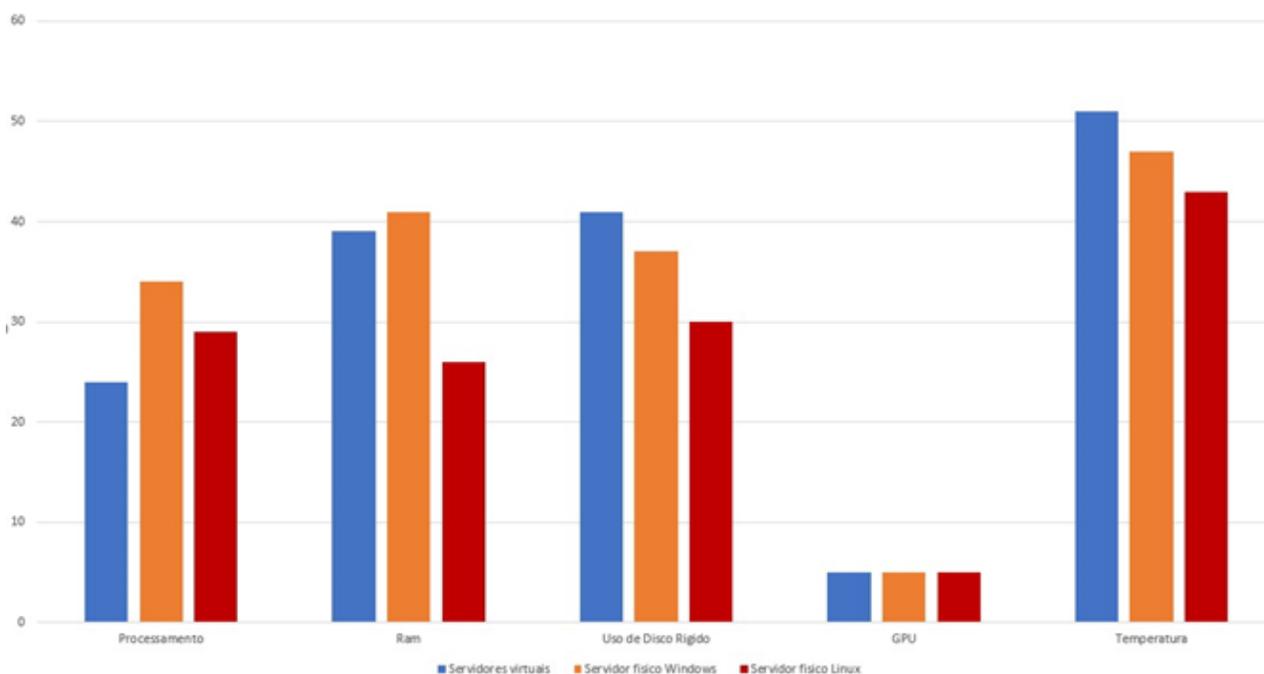
Nas primeiras horas, somente com os servidores (Windows e Linux), virtualizados rodando na máquina, o software HWMonitor versão 1.4.2.0 acusou os seguintes consumos de hardware: 24% de uso processamento, 39% de consumo de memória RAM, 41% de uso do disco local, 5% da placa de vídeo e temperatura geral a 51°C graus. Após isso, havendo pouca oscilação e pouca diferença entre o consumo de hardware. Já a temperatura do desktop, levando em conta o clima quente em que foi realizado os testes (30° ~ 38°C ao decorrer do dia).

A máquina física, onde foi instalado separadamente o servidor Windows server 2019, foi utilizado o software HWmonitor para medir o consumo de hardware: 34% de uso de processador, 41% de consumo de memória RAM, 37% de uso de disco rígido e temperatura geral a 47°C graus. No Ubuntu 16.04 utilizamos o software Hardinfo e tivemos os seguintes resultados: 29% do uso de processamento, 26% do consumo de memória ram, 30% do uso de disco e temperatura geral a 43°C graus.

Em ambos os testes, foram realizados o monitoramento do uso do hardware a cada 15 minutos de execução e monitoramento depois de uma hora, para checar se houveram oscilações. O Gráfico 1 a seguir exibe de uma melhor maneira para o entendimento sobre o consumo de hardware das máquinas.

Já que as máquinas físicas são testadas de maneira separada, ou seja, em um ambiente real teriam duas máquinas, com dois processadores, duas memórias, ... Decidimos somar o consumo das máquinas físicas (Windows e Linux), para podemos comparar com os resultados das máquinas virtuais. Conforme Gráfico 2, a soma do consumo das máquinas físicas é superior às máquinas virtuais, em outras palavras, as máquinas virtualizadas possuem maior eficiência no uso do hardware.

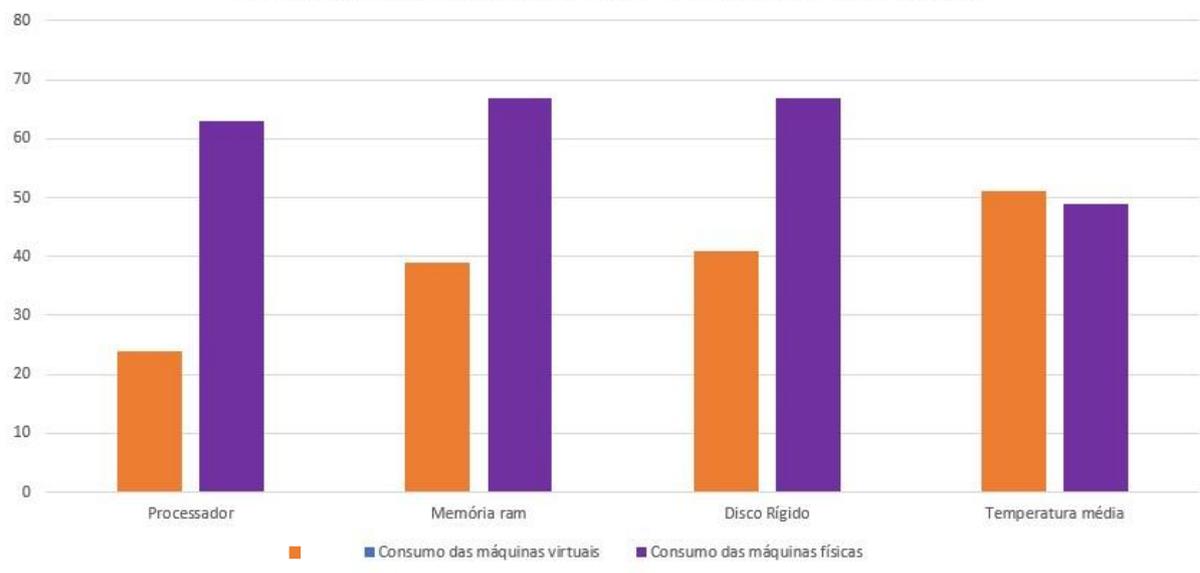
Gráfico 1 – Comparativo de consumo das máquinas físicas e das máquinas virtualizadas.



Fonte: Os autores (2020)

Gráfico 2 – Soma do consumo de hardware nas máquinas físicas

Comparativo das máquinas virtuais com as máquinas físicas somadas



Fonte: Os autores (2020)

## 6. CONCLUSÃO

Conclui-se que, os ambientes virtualizados são mais eficientes frente aos ambientes físicos. De acordo com os dados obtidos nos testes é possível notar que os servidores virtualizados, mesmo rodando dois ou mais serviços, consomem menos dos componentes de hardware, diferentemente dos servidores físicos onde há uma máquina

física para cada serviço consumindo quantidades relativamente maiores dos componentes de hardware, implicando em um maior uso de energia e o desgaste mais rápido do hardware.

## 6.1. TRABALHOS FUTUROS

Como propostas futuras, e para assegurar ainda mais a veracidade dos dados, há a pretensão de realizar testes quanto ao gasto de energia, para assim, afirmar que a virtualização reflete positivamente nas questões relacionadas a eficiência energética e meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. O que é virtualização e para que serve? disponível em: <https://www.infowester.com/virtualizacao.php>. Acesso em may/2020.

CARISSIMI, Alexandre. Virtualização: da teoria a soluções. Instituto de Informática, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 11, 2008.

COMPUTERWORLD. TI verde entra no currículo de faculdade em São Paulo. 2009a. Disponível em <http://computerworld.uol.com.br/carreira/2009/06/15/ti-verde-entra-nocurriculo-de-faculdade-em-sao-paulo>. Acesso em: dez/2019.

D'SOUZA, C.; et al. Green productsandcorporatestrategy: anempiricalinvestigation. Society and Business Review, v. 1, n. 2, 2006, p. 144-157.

ELLIOT, S.; BINNEY, D. Environmentallysustainable ICT: Developingcorporatecapabilitiesandanindustryrelevant IS research agenda. PACIS 2008 Proceedings, 2008.

ITWEB. Projetos de TI verde estão entre prioridades, disponível em: <http://www.itweb.com.br/noticias/index.asp?cod=56910>. Acesso em: may/2020.

KING, W.K. and Land, S.K. A Historical Perspective ofthe IEEE Computer Society: Six DecadesofGrowthwiththe Technology It Represents. IEEE ConferenceontheHistoryof TechnicalSocieties, pp. 1 – 10, 2009.

LANKOSKI, L. Corporate responsibilityactivitiesandeconomic performance: a theoryofwhyandhowthey are connected. Business StrategyandtheEnvironment, v. 17, n. 8, 2008, p. 536-547.

LAUREANO, Marcos. Máquinas Virtuais e Emuladores: Conceitos, Técnicas e Aplicações. Novatec, 2006.

[MURUGESAN, S. H. Harnessing Green IT: PrinciplesandPractices. pp 24- 33. IT Pro January/February. Green Computing: Universityof Pittsburgh. Disponível em: Acesso aug/2019

MOLLA, A. Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and Motivation Models. PACIS 2009 Proceedings, 2009.

MONTE, F. 51% das empresas brasileiras já implementaram TI Verde. Computerworld. 2009c. Disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/gestao/2009/08/19/51-dasempresasbrasileiras-ja-implantaram-ti-verde>. Acesso em: feb/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Mundo produzirá 120 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano até 2050, diz relatório. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/mundo-produzira-120-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronicopor-ano-ate-2050-diz-relatorio/>> Acesso em jul/2020.

PALVIA, P. C.; PALVIA, S. C. An examination of the IT satisfaction of small business users. Information & Management, v. 5, n.35, p.127-137, 1999.

PENA, RODOLFO F. ALVES. “Energia termoelétrica”; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>, Acesso em: nov/2019.

SPOSITO, R. TI verde. Info Corporate. 2008. Disponível em: <http://info.abril.com.br/corporate/ti-verde/ti-verde.shtml>. Acesso em: dec/2019.

THIBODEAU, P. Gartner’s Top 10 Strategic Technologies for 2008. Computerworld, 2007  
VERAS, Manoel. Virtualização. Desafios, Possíveis. Soluções e Benefícios para o DATACENTER. Datacenterdynamics 2011.

WAHL, Christopher; PANTOL, Steve. Networking for VMware Administrators. VMware Press Technology, 2014.