

Análise da implantação de Virtual Desktop Infrastructures em laboratórios de informática de uma universidade

Lourimar Beethoven Lustosa Sabino, Marcus Carvalho

Departamento de Ciências Exatas – Universidade Federal da Paraíba
58297-000 – Rio Tinto – PB– Brasil

{lourimar.beethoven, marcuswac}@dcx.ufpb.br

Abstract. *The current model of the institution's computer lab has a high cost of equipment, management and maintenance.*

Given this scenario, an alternative approach is to use a Virtual Desktop Infrastructure (VDI) infrastructure and perform an analysis to identify how many thin clients a physical server can support by providing satisfactory quality service in a computer lab, as well as comparing physical infrastructure costs used in the computer lab with VDI infrastructure, the analysis still seeks to show what advantages for the teaching institution in the use of VDI that focus on advantages such as the reduction of equipment expenses, energy consumption, maintenance of machines and software that makes use in computer laboratory in educational institutions.

Resumo. *O modelo atual de laboratório de informática da instituição tem um alto custo de equipamentos, gerência e manutenção.*

Diante deste cenário uma abordagem alternativa é usar uma infraestrutura VDI (Virtual Desktop Infrastructure) e realizar uma análise para identificar quantos thin clients um servidor físico consegue suportar provendo um serviço de qualidade satisfatória em um laboratório de informática, além de comparar os custos de infraestrutura física tradicional usado no laboratório de informática com infraestrutura VDI, a análise ainda procura mostrar quais vantagens para a instituição de ensino no uso de VDI que com foco em vantagens como a diminuição de gasto com equipamentos, consumo de energia, manutenção de máquinas e softwares que se faz uso em laboratório de informática em instituições de ensino.

1. Introdução

As instituições de ensino superior encontram-se na maioria das vezes com dificuldades para prover nos seus laboratórios de informática um serviço de bom desempenho e com um custo benefício para a instituição. De acordo com Nunes (2015), não é uma tarefa simples para as instituições de ensino conseguirem uma infraestrutura

que busque oferecer um alto nível de segurança, escalabilidade e desempenho, visando um custo benefício para a instituição. Tendo em vista que a instituição terá de capacitar sua equipe de suporte, manter máquinas e licença de softwares atualizados, aplicando manutenção e substituição de cada máquina quando necessário.

Segundo Maia (2016) e Falvo (2014), é função da equipe de suporte dos laboratórios fazer uma manutenção preventiva de todas as máquinas que se encontram nos laboratórios de informática da instituição, tendo no hardware uma manutenção nos equipamentos em uso e em equipamentos com falhas, além de manter os softwares que os professores e alunos farão uso ao ministrarem suas aulas nos laboratórios, atualizando os mesmos com instalações de correções de falhas. Todo esse suporte demanda muito tempo para manter cada máquina existente em cada laboratório da instituição, desde a análise até a troca de equipamentos obsoletos, para que exista o atendimento de requisitos mínimos de uso e ainda administrar as licenças de software em uso nessas máquinas.

Conforme Maia (2016) e Falvo (2014), a proposta de infraestrutura de desktops virtuais (*Virtual Desktop Infrastructures*) para laboratórios de informática das instituições de ensino promete trazer um cenário de custo benefício baixo para a instituição, através do uso de *thin clients* (terminais simples onde se faz uso de uma arquitetura cliente-servidor, onde todo seu processamento é realizado no servidor) garantindo a segurança, performance e escalabilidade das máquinas e diminuindo o custo de consumo de energia, manutenção do hardware e atualização dos softwares que os laboratórios fazem uso.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é analisar o quanto é vantajoso para uma instituição de ensino implantar uma arquitetura VDI em seus laboratórios, trocando os computadores desktop por *thin clients* e fazendo uso de desktops remotos executando em servidores. Mais especificamente, pretende-se analisar quantos *thin clients* um servidor físico consegue suportar para uso em laboratórios de informática, além de comparar os custos da infraestrutura de VDI com os custos de infraestruturas tradicionais de laboratórios em instituições de ensino. A hipótese é que infraestruturas de VDI podem diminuir os gastos com equipamentos, consumo de energia, manutenção das máquinas e de softwares que alunos e professores fazem uso durante seus estudos em laboratório de informática, usando de maneira eficiente o seu poder de processamento.

O restante deste artigo está estruturado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre VDI. Em seguida, a Seção 3 apresenta a metodologia usada para o desenvolvimento deste trabalho, descrevendo as ferramentas que serão utilizadas. A Seção 4 apresenta os resultados dos testes realizados na pesquisa para conclusão do trabalho. A Seção 5 apresenta a conclusão do trabalho e, por fim, a Seção 6 apresenta as referências que foram usadas para compor o referido trabalho.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Virtualização

A ideia de virtualização surgiu em meados de 1960, quando os grandes e caros computadores da época atingiram uma capacidade maior de processamento. No entanto, como o gerenciamento dos processos era feito manualmente pelo operador, ocorria desperdício de tempo e processamento no cálculo das operações. Percebeu-se que para otimizar as tarefas computacionais seria necessário efetuar diversos processos paralelamente, ou seja, a ideia de tempo compartilhado que culminou na virtualização (Bosing, 2012; BUENO, 2009).

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 (SIQUEIRA, 2008, p. 91 e Bosing, 2012).

Segundo Maia (2016) e Damasceno (2015), a virtualização atualmente não se limita apenas à possibilidade de permitir que vários usuários tenham acesso a um certo sistema simultaneamente, mas o interesse pela virtualização visa as propriedades principais, que são: confiabilidade, segurança, custo benefício, suporte a aplicações legadas e balanceamento de carga.

Com o uso de uma infraestrutura virtualizada dentro de um laboratório de informática em uma instituição de ensino, tem-se uma série de vantagens e desvantagens.

Mattos (2008) aponta algumas das vantagens em se fazer uso de virtualização:

- Segurança: Fazendo uso de VMs e definindo uma máquina para serviço, sua vulnerabilidade ou uma eventual falha não prejudicará os outros serviços. Com o uso de VMs ainda pode-se definir qual SO mais adequado em determinado ambiente para executar cada serviço, com requerimentos de segurança diferentes;
- Disponibilidade: A falha em uma VM não para o fornecimentos dos demais serviços oferecidos;
- Custo: Com um baixo custo de manutenção e menos consumo de energia um menor custo pode ser alcançado;
- Adaptação às diferentes cargas de trabalho: Com o uso de ferramentas autônomas pode-se alocar recursos de uma VM para outra e assim tratar as diferentes cargas de trabalho;
- Balanceamento de carga: Como toda VM está encapsulada pelo VMM pode-se trocar a máquina virtual de plataforma com o intuito de aumentar o seu desempenho;
- Suporte a aplicações legadas: Com a virtualização em aplicações que são processadas em hardware legado, essas aplicações deixam de serem

processadas com alto custo de manutenção e sujeito a falhas, e passam a ter a possibilidade do seu processamento ser executado em hardwares mais novos com uma maior confiabilidade e um menor custo de manutenção.

Por outro lado Mattos (2008) também destaca algumas desvantagens do uso de virtualização:

- Segurança: Se o SO hospedeiro tiver alguma vulnerabilidade todas as VMs que estiverem hospedada na máquina física também passam a estar vulneráveis, pois o VMM como é uma camada de software está sujeito a vulnerabilidades;
- Gerenciamento: Maior investimento na implantação, pois ambientes virtuais precisam ser instalados, monitorados e configurados;
- Desempenho: Atualmente para medir o desempenho de ambientes virtualizados não foi consolidado métodos e não se sabe quantas VMs podem ser executadas por processador garantindo que não ocorra queda na qualidade do serviço.

2.2 Infraestrutura de Desktops Virtuais (VDI)

O VDI – do inglês *Virtual Desktop Infrastructure*, fornece uma solução que tem como base o fornecimento de um ambiente de desktop hospedado em um servidor remoto. O VDI fornece aos administradores interface para gerenciar data-centers, aplicativos utilizados por usuários, informações e sistema operacional. A virtualização de desktop permite um isolamento entre os computadores enquanto eles provêm recursos computacionais, permitindo os recursos de virtualização como alternativa aos recursos de hardware e software em desktops (VMWARE, 2006; MAIA, 2016).

Seguindo esse raciocínio, torna-se possível o uso de uma infraestrutura virtualizada dentro de laboratórios de informática de instituições de ensino, fazendo uso de *thin clients* e alguns poucos servidores para executarem as aplicações, possibilitando assim um melhor gerenciamento e flexibilidade de acesso aos recursos computacionais e aplicativos do laboratório. Esta infraestrutura visa otimizar o uso e controle das máquinas dos laboratórios, reduzindo o custo de manter uma infraestrutura no laboratório de informática com computadores desktops físicos tradicionais.

3. Metodologia

O estudo deste artigo foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, no Campus IV, com o foco nos laboratórios de informática dos cursos de Bacharelado em

Sistemas de Informação e Licenciatura em Ciência da Computação, localizados no campus da cidade de Rio Tinto.

O objetivo da avaliação é analisar quantos thin clients um servidor de VDI consegue suportar, mantendo uma qualidade de serviço satisfatória para o uso de aplicativos do laboratório de informática. Para isto, serão instaladas ferramentas gratuitas de VDI nos clientes e no servidor. Os clientes VDI foram executados em máquinas desktop atuais dos laboratórios. O servidor VDI foi executado em uma máquina virtual, com a capacidade de 8 núcleos de processamento e com uma memória de 12 GigaBytes, que é gerenciada pela ferramenta OpenNebula¹ e roda em um servidor do cluster do Departamento de Ciências Exatas da UFPB.. Tanto o servidor quanto os clientes rodaram o Ubuntu Linux² como sistema operacional.

O protocolo de desktop remoto usado na análise foi o RDP (*Remote Desktop Protocol*). A ferramenta *XRDP*, que implementa o protocolo RDP, foi usada para que os desktops que fizeram o papel de thin clients pudessem se comunicar com o servidor VDI e rodar seus programas na VM que fica hospedada no cluster. Durante o experimento, cada thin client rodou programas tipicamente usados no laboratório computação da universidade: Eclipse, e Google Chrome -- acessando sites como o YouTube e outros sites aleatórios, além de ferramentas como calculadora. A ferramenta *Sar* foi usada para o monitoramento da utilização da CPU, enquanto o *dashboard* do OpenNebula foi usado para um monitoramento gráfico do desempenho do disco e da rede. As seguintes métricas foram monitoradas: taxa de download da rede, taxa de upload da rede, taxa de leitura de dados no disco, taxa de escrita de dados no disco, taxa de operações leitura no disco, taxa de operações de escrita no disco e taxa de uso e ociosidade da CPU.

Após a análise do desempenho de acordo com a quantidade de clientes VDI por servidor, foi realizada uma pesquisa de mercado para coleta dos preços das máquinas no modelo tradicional (com desktops), e das máquinas no modelo VDI (com thin clients e servidores). Com a coleta dos preços das máquinas realizadas na pesquisa de mercado e a coleta do poder de processamento necessário por parte das máquinas que são utilizadas nos laboratórios, será feita a comparação de custo benefício para a instituição de ensino para que se possa chegar às conclusões finais da análise do trabalho, discutindo quais vantagens para a instituição em adotar uma infraestrutura de desktop virtualizado de baixo custo nos laboratórios de informática que venham a ser montados para satisfazer às necessidades dos discentes, docentes e técnicos que fazem uso do laboratório da instituição.

3.1 Ferramenta de VDI

As ferramentas que vão ser usadas nesta análise são:

¹ <https://opennebula.org/>

² <https://www.ubuntu.com/>

- XRDP³: ferramenta de servidor de desktop remoto que implementa o protocolo RDP.

Com o uso dessas ferramentas, será monitorado o consumo de CPU, memória e rede do servidor VDI com uso de cada protocolo, para que se possa comparar o desempenho do servidor para protocolo com a mesma quantidade de máquinas (thin clients). Desta forma, chegam-se a conclusão do melhor protocolo a ser usado no ambiente testado e quantos servidores serão necessários para a quantidade de thin clients que o laboratório de informática venha a ter. A Figura 1 demonstra parte da arquitetura de VDI a ser utilizada, onde as máquinas clientes (thin clients) rodando o cliente RDP fazem suas requisições ao servidor VDI, que utiliza o sistema operacional Ubuntu para hospedar um servidor de VDP, que recebe e processa as requisições que são feitas pelos thin clients.

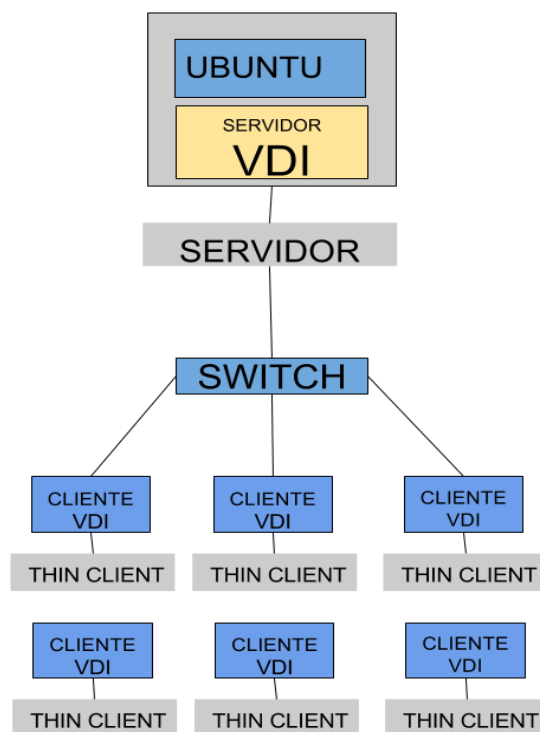


Figura 1: Arquitetura VDI que pode ser usada.

3.1 XRDP e RDP

O RDP é um protocolo proprietário usado para o Microsoft Windows, porém com a instalação e configuração adequada da ferramenta XRDP, se torna viável o uso do RDP para se conectar remotamente com o Linux com um desempenho de uso satisfatório.

³ <http://www.xrdp.org/>

A ferramenta XRDP é um servidor RDP de software livre que possibilita conexão do servidor Linux com a área de trabalho remota de um desktop que também usa Linux.

3.2 Configurações do ambiente

A máquina virtual utilizada e monitorada na realização dos testes ficou no servidor no cluster do DCX (Departamento de Ciências Exatas) da UFPB no Campus IV e conta com a capacidade de: 8 núcleos de processamento físico podendo se aumentar mais 8 núcleos virtuais e com uma memória de 12 Giga Bytes. Essa VM é gerenciada pelo software OpenStack que é um software de código aberto capaz de gerenciar os componentes de várias infraestruturas virtualizadas, assim como o sistemas operacionais gerencia os componentes do nosso computador, o OpenStack é chamado de Sistema Operacional em nuvem por cumprir o mesmo papel numa escala maior. A conexão entre o laboratório e o servidor acontece por rede, ocorrendo a comunicação com o servidor numa velocidade de 1 Gigabit/s.

4. Resultado dos testes

O teste realizado foi uma simulação de uso do laboratório pelos alunos, onde os mesmos fizeram acesso a plataforma Eclipse, o navegador Google Chrome e às ferramentas: YouTube, calculadora e sites aleatórios da internet no atual laboratório. A Tabela 1 apresenta os resultados de utilização da CPU do servidor VDI, que foi monitorado pela ferramenta de monitoramento de recursos *Sar*.

Quantidade de usuários	%user	%nice	%system	%iowait	%steal	%idle
1	9.27	0.00	1.92	0.85	0.01	87.94
2	16.86	0.00	3.05	1.66	0.01	78.41
3	14.69	0.00	3.37	0.18	0.02	81.74
4	29.32	0.01	6	1.10	0.03	63.54
5	38.65	0.02	7.88	1.19	0.04	52.22
6	60.92	0.02	14.95	0.69	0.05	23.37
7	71.63	0.03	18.64	0.29	0.05	9.35
8	69.73	0.02	18.20	0.75	0.06	11.24

9	73.76	0.02	20.10	0.15	0.05	5.92
---	-------	------	-------	------	------	------

Tabela 1: Métricas de desempenho da CPU (usuário, CPU perdida, sistema, entrada/saída, roubo de uso de outros programas e ociosidade).

FONTE: Autores.

De acordo com a utilização demonstrada na tabela, com oito usuários a CPU apresentou uma ociosidade média (%idle) de 11.24% -- ou seja, uma utilização média de 88.76% -- que demonstra que a CPU está com bom uso e seria uma quantidade de clientes adequada quando se visa um maior uso do servidor. Porém, se uma menor sobrecarga no sistema for o que se deseja a quantidade de seis clientes por servidor seria uma quantidade adequada. A CPU aparenta muito ocupada com a quantidade de 9 thin clients, onde a métrica %system mostra que o SO ocupou a CPU 20.10% do tempo com processamento do sistema, demonstrando assim uma sobrecarga no sistema. Neste mesmo cenário, os programas de usuário chegaram em média a 73.76% da utilização da CPU, com apenas 5.92% de ociosidade (%idle) e com uma utilização total de 94.08%, que é uma estatística considerada alta para nível de utilização de CPU com a quantidade de usuários conectados, onde os clientes notaram uma queda considerável no desempenho do serviço. Na tabela pode-se notar um aumento de ociosidade da CPU quando se passa de 7 para 8 clientes conectados, isso se justifica pelo fato dos clientes fazerem uso dos programas de forma aleatória e assim diferenciando a taxa de uso.

Na figura 2 é apresentada uma demonstração gráfica do uso de outros recursos computacionais no servidor VDI quando se tem de um até nove usuários fazendo uso das máquinas desktop do laboratório, que estão fazendo o papel de thin clients no modelo VDI. A geração dos gráficos é feita pela ferramenta de dashboard gráfico do OpenNebula. Os gráficos iniciam em um período de tempo com apenas 1 cliente VDI. A quantidade de clientes vai incrementando gradativamente, em períodos de aproximadamente 4 minutos, até chegar em 9 usuários no período final do experimento exibido no fim dos gráficos.



Figura 2: quantidade de bytes transferidos em operações de leitura no disco ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.



Figura 3: quantidade de bytes transferidos em operações de escrita no disco ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.

De acordo com as Figuras 2 e 3, pode-se afirmar que quando se tem os usuários fazendo uso das máquinas a quantidade de dados lidos é maior do que a quantidade de dados escritos no disco. As leituras no disco provavelmente acontecem quando o usuário abre um novo programa, pois o servidor tem que ler o programa no disco do servidor e carregar na memória. Já as operações de escrita são específicas para cada programa aberto, provavelmente para gerenciar arquivos temporários do browser e editores de texto. Nota-se que a quantidade de dados escritos no disco tende a aumentar à medida que mais clientes VDI são adicionados.



Figura 4: quantidade de operações de leitura realizadas por segundo no disco ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.



Figura 5: quantidade operações de escrita realizadas por segundo no disco ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.

Nas Figuras 4 e 5, que demonstram a quantidade de entrada e saída de escrita e leitura realizadas no disco por segundo à medida que a quantidade de thin clients conectados ao servidor VDI aumenta, pode-se ver que a quantidade de operações de leitura no disco na maior parte do tempo é quase o dobro das operações de escrita no disco, também pelo o fato que os programas precisam ser lidos do disco do servidor, e que as escritas são apenas pontuais para os programas que estão sendo usados. Vale salientar que os programas usados durante os testes, como o browser e IDE de programação, não fazem uso intenso do disco durante sua execução.



Figura 6: taxa de download na rede (em megabytes por segundo) ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.



Figura 7: taxa de upload na rede (em megabytes por segundo) ao longo do tempo. Fonte: OpenNebula.

De acordo com os resultados demonstrados nas Figuras 6 e 7, as taxas de download e upload tendem a aumentar à medida que novos thin clients são conectados ao servidor VDI, conforme esperado. Em um momento de pico de uso com muitos clientes, a velocidade de upload na rede ultrapassa 40 MB/s e tem uma taxa média de aproximadamente 30 MB/s, enquanto que a velocidade de download chega a aproximadamente 2 MB/s e tem uma taxa média aproximadamente de 1 MB/s. Geralmente em infraestruturas tradicionais a taxa de download tende a ser maior ou quase igual a de upload; porém, em VDI a taxa de velocidade de upload do servidor se mostrou significativamente maior (~20x) do que a taxa de download. Isso se justifica pelo fato do servidor ter que enviar com muita frequência as atualizações gráficas da tela de seu sistema para os thin clients, o que normalmente gera muito tráfego de upload na rede do servidor VDI, enquanto que o download realizado se dá basicamente de eventos de teclado e mouse realizados pelos clientes, além do tráfego gerado pelas aplicações usadas por eles, sendo o volume de download muito menor do que a parte gráfica que é enviada com muita frequência pelo servidor através do upload. Vale salientar que as aplicações executadas pelos clientes durante os testes não fizeram uso intenso de download ou upload na rede.

Como o laboratório onde os experimentos foram realizados possui uma rede Gigabit -- assume-se ser uma configuração comum em laboratórios de universidades -- as taxas de download e upload nos servidores observados indicam que a rede não aparenta ser um gargalo no sistema para a quantidade de clientes VDI usados nos experimentos. Porém, vale salientar que a rede do laboratório era compartilhada com as outras máquinas desktop em uso por alguns alunos durante os experimentos, o que pode ter influenciado nas taxas de download e upload observadas. As operações em disco também apresentaram valores muito abaixo das taxas máximas suportadas para estes dispositivos, indicando que este recurso também não é um gargalo. Por outro lado, a CPU dá sinais de saturação a partir de 7 usuários simultâneos, aparentando ser o gargalo do sistema para os cenários avaliados. Como a CPU foi o provável gargalo do sistema nos testes, indica-se o uso de servidores com processador mais potentes do que a VM

utilizada nos testes realizados para que se possa suportar uma quantidade maior de usuários simultâneos, obtendo assim uma economia ainda maior para a infraestrutura VDI para satisfazer a quantidade necessária de usuários no laboratório.

Em uma avaliação mais qualitativa, os usuários que participaram da realização dos testes gostaram de enxergar uma possível probabilidade de nova infraestrutura para o laboratório, relatando que a realização de estudos de possíveis melhorias só vem a agregar melhorias quando possível. Ao usarem a infraestrutura VDI na realização dos testes, eles perceberam diferença no desempenho da infraestrutura onde com até cinco usuários o desempenho é satisfatório, com seis usuários o desempenho caiu e passou a se perceber perda na qualidade da tela mostrada pelo monitor, mas com um desempenho ainda satisfatório, porém com o aumento da quantidade de usuários para nove o desempenho não se tornou mais satisfatório e com uma leve lentidão na parte gráfica mostrada ao usuário.

5. Pesquisa de Mercado

As tabelas 2 e 3 mostram os dados colhidos na realização da pesquisa de mercado para comparação de preço entre uma infraestrutura atual e uma infraestrutura VDI sugerida para a montagem de um novo laboratório com virtualização a nível de SO para o laboratório de informática da instituição de ensino. A análise se concentrou nas máquinas físicas, já que outros dispositivos como monitores, teclados e mouses geram o mesmo custo para ambas infraestruturas. Vale ressaltar que as configurações das máquinas são as mais próximas do adequado para a montagem do novo laboratório para a instituição:

Atual Infraestrutura				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR DE MERCADO R\$	VALOR EM LICITAÇÃO R\$	SOMA R\$
New Computador Com Monitor 24" Intel Core I5 7400 4gb Hd 500gb Wifi 3green Triumph Business Desktop	46	2.400,00	4.500,00	207.000,00
TOTAL FINAL R\$	207.000			

Tabela 2: descrição da pesquisa de mercado e quantidade de máquinas que serão necessárias para o laboratório no modelo tradicional.

Infraestrutura Sugerida

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR DE MERCADO R\$	VALOR EM LICITAÇÃO R\$	SOMA R\$
Raspberry Pi 3	46	200,00	300,00	13.800,00
Servidor físico equivalente a VM utilizada no teste	8	10.000	12.000,00	96.000,00
TOTAL FINAL R\$	109.800,00			

Tabela 3: descrição da pesquisa de mercado e quantidade de máquinas que serão necessárias para o laboratório.

Como demonstrado nas tabelas a infraestrutura sugerida pela análise tem um preço menor e uma diferença de preço considerável para a instituição que pode obter uma redução de custo já na compra das máquinas. Mesmo com 8 servidores físicos para rodar os servidores VDI, este ambiente se mostrou mais favorável em custo x benefício. Este cenário daria em média 5,75 clientes VDI por servidor, em um cenário que se apresentou viável a partir dos testes de desempenho realizados.

6 Conclusões

De acordo com os resultados apresentados na análise realizada em um laboratório da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus IV (Rio Tinto), o servidor VDI utilizado nos testes pode prover um serviço satisfatório para até 5 ou 6 clientes VDI simultâneos, apresentando uma queda mais considerável no desempenho devido à sobrecarga de CPU ao se ter 7 thin clients simultâneos. Se seguirmos de acordo com a configuração de um servidor que venha a ser comprado, podemos separar os thin clients por threads, sendo uma thread para cada thin client. Podemos concluir que a infraestrutura VDI acarreta vantagens para a instituição, tais como:

- Menor custo de aquisição dos computadores e servidores: O custo da infraestrutura tradicional chega a R\$ 207.000,00 reais, enquanto que a

infraestrutura sugerida custa R\$ 109.800,00 reais, proporcionando uma redução de custo-benefício considerável para a instituição na aquisição das máquinas;

- Implantação de uma estação: Para um computador desktop estar pronto para uso é necessário seguir um procedimento de instalação que vai de configuração a instalação de softwares para uso, em cada máquina que for usada no laboratório, enquanto que em VDI o servidor fica responsável pela criação das VMs e essa criação das VMs se dá de duas maneiras: a primeira é sem o uso de template onde se necessita informar as configurações necessárias para a criação da VM, e a segunda opção é usar template que é uma configuração já existente para a criação das novas VMs;
- Manutenção a uma estação: Os desktops por possuírem no hardware componentes físicos como disco, cooler e etc, aumentam a probabilidade de possíveis problemas físicos fazendo com que o usuário fique impossibilitado de usar a máquina até que a sua manutenção seja realizada, enquanto que com VDI a probabilidade de problemas físicos diminui consideravelmente pelo fato de não possuir no seu hardware disco rígido, cooler e etc, e em caso de algum problema no thin client o usuário pode fazer acesso de outra estação e seus dados estarão disponíveis para uso;
- Atualização ou instalação de softwares: A realização de atualização ou instalação de softwares nos computadores desktop são realizadas individualmente em cada máquina, enquanto que com o VDI as máquinas são sincronizadas e com a atualização do servidor inconscientemente as atualizações e instalações são efetuadas nas máquinas.

Tendo em vista tais vantagens, pode-se concluir que para a criação de um novo laboratório a ideia de uso de uma infraestrutura de VDI a nível de SO traz para a instituição as vantagens listadas acima e uma possível diminuição nos gastos. Vale salientar que a implantação do modelo de VDI faz mais sentido para um novo laboratório, onde o hardware ainda será adquirido. Para laboratórios já montados com desktops, a infraestrutura de VDI poderia reutilizar os computadores que estão sendo usados atualmente em uma eventual transição, para que esses desktops não se transformem em lixo eletrônico, o que traria uma diminuição ainda maior por parte da instituição na aquisição dos bens necessários para a criação do laboratório com base em VDI.

Referências

DAMASCENO, JULIO CESAR. **Ucloud: Uma abordagem para implantação de nuvem privada para administração Pública Federal**. Recife, 2015. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência da Computação). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

FALVO, MARCIO RODRIGO. **Uma avaliação experimental do uso de desktops virtuais**. São Paulo, janeiro de 2014 Dissertação (Mestrado em sistema distribuído e Redes) Programa de Pós- Graduação em Ciência da Computação.

NUNES, LEONARDO SILVA. **A virtualização: solução de baixo custo para falta de recursos de tecnologia da Informação no Ensino Superior**. Revista Humanas Et Al., Paço do iluminar, MA, v.3, p. 178-188, jul, 2015.

MAIA, Breno Calado. **VIRTUALIZAÇÃO DE DESKTOPS EM AMBIENTE EDUCACIONAL**. Revista Eletrônica Eng Tech Science, v. 4, n. 1, p. 102-124, 2017.

BOSING, Angela; KAUFMANN, Evelacio Roque. **Virtualização de servidores e desktops**. Unoesc & Ciência-ACET, v. 3, n. 1, p. 47-64, 2012.

MATTOS, Diogo Menezes Ferrazani. **Virtualização: Vmware e xen**. Grupo de Teleinformática e Automação da UFRJ, p. 13, 2008.

AMERICANAS.COM, 2017. Disponível em: <<https://www.americanas.com.br/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

SUBMARINO.COM, 2017. Disponível em: <<https://www.submarino.com.br/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

AMAZON.COM, 2017. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.