

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

CEATEC

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

VITOR CHAVES DE OLIVEIRA

IMPACTOS DA VARIAÇÃO DE APLICAÇÕES E DE
HARDWARE LOCAL NA VAZÃO DE REDES DE
COMPUTADORES COM VIRTUALIZAÇÃO DE
DESKTOPS

PUC-CAMPINAS

2012

VITOR CHAVES DE OLIVEIRA

IMPACTOS DA VARIAÇÃO DE APLICAÇÕES E DE
HARDWARE LOCAL NA VAZÃO DE REDES DE
COMPUTADORES COM VIRTUALIZAÇÃO DE DESKTOPS

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, ao Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica – Mestrado na área de concentração de Gestão de Redes de Telecomunicações, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota

PUC-CAMPINAS

2012

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação – SBI – PUC-Campinas

t005.4476
O48i

Oliveira, Vitor Chaves de.
Impactos da variação de aplicações e de hardware local na vazão de redes de computadores com virtualização de desktops / Vitor Chaves de Oliveira. - Campinas: PUC-Campinas, 2012.
89p.

Orientadora: Lia Toledo Moreira Mota.
Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Faculdade de Engenharia Elétrica, Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica.
Inclui bibliografia.

1. Processamento eletrônico de dados - Processamento distribuído.
2. Cliente/Servidor (Computadores). 3. Hardware. 4. Redes de computação. I. Mota, Lia Toledo Moreira. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Faculdade de Engenharia Elétrica, Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica. III. Título.

22.ed.CDD – t005.4476

VITOR CHAVES DE OLIVEIRA

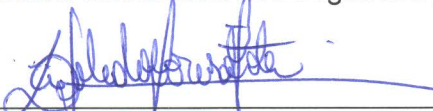
**IMPACTOS DA VARIAÇÃO DE APLICAÇÕES E DE
HARDWARE LOCAL NA VAZÃO DE REDES DE
COMPUTADORES COM VIRTUALIZAÇÃO DE
DESKTOPS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Redes de Telecomunicações do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações.

Área de Concentração: Gestão de Redes e Serviços.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Lia Toledo Moreira Mota.

Dissertação defendida e aprovada em 06 de dezembro de 2012 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Prof.^a Dr.^a Lia Toledo Moreira Mota
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Alexandre de Assis Mota
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof.^a Dr.^a Marília Macorin de Azevedo

VITOR CHAVES DE OLIVEIRA

IMPACTOS DA VARIAÇÃO DE APLICAÇÕES E DE
HARDWARE LOCAL NA VAZÃO DE REDES DE
COMPUTADORES COM VIRTUALIZAÇÃO DE DESKTOPS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica na área de concentração de Gestão de Redes de Telecomunicações no Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias – Faculdade de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Gestão de Redes e Serviços.

Orientadora: Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota

Dissertação defendida e aprovada em 10 de dezembro de 2012 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:

Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota

Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Prof. Dr. Alexandre de Assis Mota

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - Faculdade de
Tecnologia de São Paulo

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota

Minha orientadora, pela colaboração e apoio na concepção deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre de Assis Mota

Prof. do Programa de Mestrado da PUC-Campinas.

Ao Prof. Dr. Omar Carvalho Branquinho

Prof. do Programa de Mestrado da PUC-Campinas.

Ao Prof. Marcelo Luís Francisco Abbade

Prof. e Coordenador do Programa de Mestrado da PUC-Campinas.

Ao Prof. Dr. Eric Alberto de Mello Fagotto

Prof. do Programa de Mestrado da PUC-Campinas.

Ao Prof. Dr. David Bianchini

Prof. do Programa de Mestrado da PUC-Campinas.

Aos Colegas Mestrandos: Inácio Henrique Yano, Mauricio Becker e Andreiwid Sheffer Corrêa pelo incentivo e colaboração nos estudos para a conclusão deste curso.

Aos Técnicos José Ricardo e Daniel do Laboratório de Eletrônica pelo suporte prestado.

Às Secretárias Paula e Giovanna pela colaboração em atender as solicitações.

À FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, pela compra de equipamento de informática utilizado neste trabalho: Notebook Dell Alienware M11x (também referenciado como '*Fat Client* Tipo B').

À PUC-Campinas por incentivar pesquisa e extensão através da concessão de bolsas de estudo para os alunos, da disponibilização de laboratórios adequados e da alocação de um corpo docente qualificado para o Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica.

“Não temos apenas grandes obrigações a cumprir, temos grandes oportunidades a aproveitar.”

John F. Kennedy

RESUMO

Nos últimos anos, a virtualização computacional se tornou uma realidade nos servidores presentes nos data-centers da maioria das organizações no mundo. As motivações para o emprego desta solução estão centradas, primordialmente, na redução de custos e em aumentos na disponibilidade, na integridade e na segurança dos dados. Com base nestes benefícios, recentemente, se começou a aproveitar esta tecnologia também para os computadores pessoais. Isto é, para os desktops, dando origem a chamada virtualização de desktop. Dadas as vantagens técnicas da abordagem, seu crescimento tem sido tão expressivo que, antes de 2014, se espera que ela esteja presente em mais de 90% das organizações. Todavia, este método é totalmente baseado em uma arquitetura cliente-servidor física, o que aumenta a importância da rede de comunicação que torna a técnica possível. Logo, analisar a rede, a fim de investigar os impactos de acordo com o ambiente implementado, se torna fundamental. Neste trabalho variamos o *hardware* local do cliente e a aplicação, isto é, o serviço utilizado. A finalidade foi a de detalhar seus efeitos, em redes de computadores, em um parâmetro de Qualidade de Serviço (QoS), a vazão. Secundariamente são esboçadas percepções de Qualidade da Experiência (QoE).

Termos de Indexação: Virtualização de Desktop, Redes de Computadores, Qualidade de Serviço (QoS), Qualidade da Experiência (QoE), Arquitetura Cliente-Servidor, *Thin Client*, Consumo de Energia Elétrica.

ABSTRACT

In recent years, virtualization computing has become a worldwide reality present in datacenters servers of most organizations. The motivations for the use of this solution are focused primarily on cost reduction and increases in availability, integrity and security of data. Based on these benefits, recently it was started the use of this technology for personal computers as well. That is, for desktops, giving birth to the so-called desktop virtualization. Given the technical advantages of the approach, its growth has been so significant that, before 2014, it is expected to be present in over 90% of organizations. However, this new method is completely based on a physical client-server architecture, which increases the importance of the communication network that makes this technique possible. Therefore, analyzing the network in order to investigate the effects according to the environment implemented, becomes crucial. In this work it's varied the local's client hardware and the application, i.e. the service used. The purpose was to detail their effects on computer networks in a Quality of Service (QoS) parameter, throughput. Secondly are outlined perceptions regarding the Quality of Experience (QoE).

Index Terms: *Desktop Virtualization, Computer Networks, Quality of Service (QoS), Quality of Experience (QoE), Client-Server Architecture, Thin Client, Electric Energy Consumption.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da Arquitetura Cliente Servidor.....	23
Figura 2: Representação da Virtualização computacional.....	28
Figura 3: Adoção da Virtualização de Desktops em Nível Significativo.....	29
Figura 4: Interdependência entre QoS e QoE.....	35
Figura 5: Servidor Tipo 1.....	37
Figura 6: Servidor Tipo 2.....	38
Figura 7: Thin Client.....	39
Figura 8: Fat Client Tipo A.....	40
Figura 9: Fat Client Tipo B.....	41
Figura 10: Meio de transmissão.....	41
Figura 11: Características do Arquivo de Vídeo.....	44
Figura 12: Características do Arquivo de Áudio.....	46
Figura 13: Screenshot do Bloco de Notas - Notepad.....	47
Figura 14: Screenshot do Navegador Firefox – Web Browser.....	49
Figura 15: Screenshot do Navegador Firefox – Web Browser exemplificando acesso a conteúdo similar aos utilizados nos testes.....	49
Figura 16: Estrutura física dos Setups.....	50
Figura 17: Diagrama esquemático da rede ethernet com a conexão ponto-a- ponto.....	51
Figura 18: Fluxograma do Procedimento Experimental Aplicado.....	53
Figura 19: Resultados das Investigações Iniciais – Vídeo – Representação Gráfica.....	59
Figura 20: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Thin Client versus Fat Client - Vídeo.....	61
Figura 21: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico - Vídeo.....	63
Figura 22: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo – Teste consolidado de 10 minutos.....	64

Figura 23: Resultados das Investigações com Maior Número de Amostras - Vídeo.....	66
Figura 24: Resultados das Investigações – Audio.....	69
Figura 25: Resultados das Investigações com perspectiva diferente – Audio.....	70
Figura 26: Resultados das Investigações – Texto.....	72
Figura 27: Resultados das Investigações – Web.....	74
Figura 28: Resultados das Investigações – Web – Trafego Total.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados das Investigações Iniciais - Vídeo.....	58
Tabela 2: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Thin Client versus Fat Client– Vídeo – QoE.....	62
Tabela 3: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo – QoE.....	63
Tabela 4: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo – Teste consolidado de 10 minutos – QoE.....	64
Tabela 5: Resultados das Investigações com Maior Número de Amostras – Vídeo - QoE.....	66
Tabela 6: Resultados das Investigações – Audio - QoE.....	71
Tabela 7: Resultados das Investigações – Texto - QoE.....	72
Tabela 8: Resultados das Investigações – Web - QoE.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASC II	= American Standard Code for Information Interchange 2
AVI	= Audio Video Interleaved
BER	= Bit Error Rate
bs	= bits por segundo
Bs	= Bytes por segundo
CPD	= Centro de Processamento de Dados
CTP	= Custo Total da Posse
DC	= Data Center
DV	= Desktop Virtual
ERP	= Enterprise Resource Planning
FC	= Fat Client
FER	= Frame Error Rate
Groupware	= Software for Group, Group Software
HTTP	= Hyper Text Transfer Protocol
IBM	= International Business Machines
IDV	= Infraestrutura de Desktop Virtual
IEEE	= Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	= Internet Protocol
ISO	= International Standardization Organization
ITIL	= Information Technology Infrastructure Library
ITU	= International Telecommunication Union
kbps	= kilo bits por segundo
Mbps	= Megabits por segundo
MIME	= Multipurpose Internet Mail Extensions
MMV	= Monitor de Máquina Virtual
MP3	= MPEG-1 Audio Layer 3
MPEG	= Motion Picture Expert Group
ms	= milissegundos
notepad	= Notebook Pad

OS	= Operating System
PC	= Personal Computer
PER	= Packet Error Rate
QoE	= Quality of Experience
QoS	= Quality of Service
RDP	= Remote Desktop Protocol
RTT	= Round Trip Time
SAP	= Sigla alemã: Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung; em inglês: Systems, Applications and Products in Data Processing; em português: Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados.
Screenshot	= Screen Picture Shot
Setup	= Montagem Experimental
SIGE	= Sistemas Integrados de Gestão Empresarial
SLA	= Service Level Agreement
Smartphones	= Smart Telephone
SO	= Sistema Operacional
Streaming	= Media Flow
TC	= Thin Client
TCO	= Total Cost of Ownership
TI	= Tecnologia da Informação
TICs	= Tecnologias da Informação e Comunicação
Timeout	= Tempo Limite
UIT	= União Internacional de Telecomunicações
VBR	= Variable Bit Rate
VDI	= Virtual Desktop Infrastructure

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
1.1.	Contextualização do Problema.....	17
1.2.	Justificativa para o desenvolvimento do trabalho.....	18
1.3.	Objetivo do Trabalho.....	18
1.4.	Delimitação da Pesquisa.....	19
1.5.	Organização da dissertação.....	20
2.	VIRTUALIZAÇÃO COMPUTACIONAL.....	22
2.1.	Arquitetura Cliente-Servidor.....	22
2.1.1.	Descrição do Funcionamento.....	22
2.1.2.	Tipificação dos Clientes de Acesso.....	24
2.2.	Virtualização de Desktop.....	25
2.2.1.	Origens da Virtualização Computacional.....	25
2.2.2.	Infraestrutura de Desktop Virtual – VDI.....	27
3.	QUALIDADE DE SERVIÇO – QOS.....	30
3.1.	Parâmetros de QoS.....	30
3.1.1.	Vazão.....	31
3.1.2.	Latência.....	31
3.1.3.	Jitter.....	32
3.1.4.	Perdas.....	33
3.2.	Qualidade da Experiência QoE.....	34
4.	METODOLOGIA.....	36
4.1.	Concepção.....	36
4.2.	Descrição dos Materiais.....	36
4.2.1.	Analisador de tráfego de rede – <i>Sniffer</i>	42
4.3.	Serviços Analisados.....	42
4.3.1.	Vídeo.....	43
4.3.2.	Áudio.....	45
4.3.3.	Texto.....	46
4.3.4.	Navegação (<i>Web Browser</i>).....	48

4.4.	Montagens Experimentais – <i>Setups</i>	50
4.4.1.	Estruturação.....	50
4.4.2.	Procedimento.....	52
4.4.3.	Execução.....	54
4.4.4.	Detalhamento.....	55
5.	RESULTADOS.....	58
5.1.	Vídeo.....	58
5.1.1.	Investigações Iniciais.....	58
5.1.2.	Investigações com Equipamento Industrial.....	60
5.1.3.	Investigações com Maior Número de Amostras.....	65
5.2.	Áudio	68
5.3.	Texto.....	71
5.4.	Navegação (<i>Web Browser</i>).....	73
6.	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	81
	ANEXO A – TRABALHOS PUBLICADOS E SUBMETIDOS.....	88

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Problema

Durante a última década, a utilização da técnica denominada virtualização computacional cresceu, consideravelmente, em servidores dos Centros de Processamento de Dados (CPDs ou *datacenters*) da maior parte das organizações no mundo (THIBODEAU, 2011). As razões para este crescimento estão centralizadas em características advindas da utilização dessa técnica como, por exemplo, aumento na segurança, integridade e disponibilidade dos dados, além de uma relevante redução de custos de manutenção e implementação dos servidores (MENASCÉ, 2005; Mattos apud MENASCÉ, 2008). Nos últimos anos, se iniciou um movimento, impulsionado por estas vantagens, para utilizar esta tecnologia para substituir os computadores pessoais (PCs - *Personal Computers*) físicos por virtuais. Dessa forma, se empregou o mesmo método utilizado nos servidores para criar o desktop virtual e, conseqüentemente, cunhar a Infraestrutura de Desktop Virtual (VDI – *Virtual Desktop Infrastructure*) (VIRTUE IT, 2012). Todavia, nesta abordagem, o papel da rede de comunicação é majorado (MESSINA, 2011), uma vez que ela é totalmente fundamentada em uma arquitetura cliente-servidor física. Isto é, para poder acessar e trabalhar com o desktop virtual, o usuário necessita de um equipamento local do cliente e uma conexão com o servidor da VDI, que atenda a necessidade da aplicação utilizada de forma satisfatória.

Sendo assim, se buscou, neste trabalho, realizar uma investigação relacionando um parâmetro de qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*), a vazão, com a variação tanto de aplicações quanto do *hardware* local utilizado em redes de computadores com virtualização de desktops. Além disso, foram delineadas percepções referentes à qualidade da experiência (QoE – *Quality of Experience*) durante os experimentos conduzidos. É importante ressaltar que, a partir da pesquisa bibliográfica realizada, pode-se constatar que essa

investigação possui um caráter inovador, na medida em que não existem iniciativas de estudo semelhante já publicadas na literatura.

1.2. Justificativa para o desenvolvimento do trabalho

Dado o ritmo acelerado com que a técnica da Virtualização de Desktops está sendo difundida, é de fundamental importância estudar os efeitos dessa técnica, uma vez que, para projetar uma rede para suportar soluções desta natureza, são necessárias métricas para esboçar seus impactos. Neste trabalho, este estudo foi realizado através de experimentações controladas que permitiram analisar algumas características da VDI, inclusive desvantagens associadas a essa técnica. Uma vez que seus benefícios já estão estabelecidos e são conhecidos (MENASCÉ, 2005), a análise dos resultados provenientes desse estudo, que contempla também as desvantagens da técnica, desempenha um papel de significativa relevância.

1.3. Objetivo do Trabalho

Neste trabalho, se investigou como o tráfego em redes com virtualização de desktops é afetado por diferentes utilizações de *hardware* local e serviços de *software*. Especificamente, foi mensurado um parâmetro de QoS em redes de computadores com VDI para distintas e classificáveis montagens experimentais (*setups*). Este parâmetro foi a vazão. Tais implementações abordaram como a redução do *hardware* local físico do cliente de acesso pode ser aplicada para cada tipo de serviço testado, bem como seu custo no canal de comunicação. Dessa forma, se estabeleceu como funcionam as relações entre aplicação, cliente empregado e tráfego de rede.

Secundariamente, foram expostas percepções concernentes à Qualidade da Experiência para cada *setup* balanceando-a com a vazão medida. Isto é, para

cada implementação de *hardware* juntamente com o uso de determinada ferramenta de *software* se relacionou a medição do referido parâmetro de QoS com o grau de contentamento da experiência do usuário. Com a definição da QoE, se delimita o nível de satisfação, trazendo uma propriedade relevante aos dados capturados da rede. Sendo assim, se consolida o conhecimento sobre os impactos da solução que é tema desta dissertação.

Enfim, este trabalho tratou de um estudo capaz de prover informações para o projeto de redes com Infraestrutura de Desktop Virtual, considerando questões técnicas de gestão e gerência. Tais dados deverão, conseqüentemente, proporcionar que decisões sobre a adoção de soluções desta natureza tenham todo o seu custo levado em consideração.

1.4. Delimitação da Pesquisa

Este trabalho trata das implicações da variação de aplicações e de hardware local na vazão de redes de computadores com virtualização de desktops.

As aplicações são qualificadas em quatro serviços de *software*: Vídeo, Áudio, Texto e Navegação (*Web Browser*).

Já a variação do hardware físico do cliente foi caracterizada por dois equipamentos: *Thin Client*– TC (Terminal ‘Magro’) e *Fat Client* – FC (Terminal ‘Robusto’). Quanto ao Servidor físico utilizado nos testes, vale ressaltar que há o uso de duas estruturas. Em uma, a estrutura do Servidor é composta por um computador pessoal de alto desempenho, sendo que nela foram realizadas experimentações para todos os *setups* propostos. Em uma segunda composição, se realiza o emprego de uma estrutura corporativa consolidada e atual, ou seja, se usa um computador classificado como servidor comercial para uso industrial. Este último incorporou as duas variações de *hardware* local com um único serviço de *software*, o vídeo.

O canal de comunicação em que os estudos foram conduzidos foram as redes Ethernet, designadas como redes IEEE 802.3 (IEEE - *Institute of Electrical and Electronic Engineers*).

Adicionalmente, apesar de não ser o foco deste trabalho, foi realizado um prognóstico inicial relacionado ao consumo de energia elétrica por equipamentos com *hardware* reduzido em comparação com equipamentos de computador pessoal convencional. Tal estudo está referenciado no ANEXO A desta dissertação, sob o artigo “BENEFÍCIOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM O USO DE *THIN CLIENTS* EM UMA ARQUITETURA CLIENTE SERVIDOR”. No decorrer deste trabalho, vale ressaltar que o *Thin Client* presente neste estudo é o mesmo utilizado nos experimentos descritos na dissertação e, as vantagens que serão descritas para este equipamento, foram obtidas através deste prognóstico empírico. Todavia, se delimita que este estudo não está incluído nesta dissertação, somente seus resultados são referenciados.

1.5. Organização da dissertação

Este trabalho está dividido como se segue.

Capítulo 1, Introdução: contextualiza o tema, apresenta a justificativa para seu estudo, descreve o objetivo do trabalho e delimita as ações presentes nesta pesquisa.

Capítulo 2, Virtualização Computacional: descreve o funcionamento da base física de uma solução de desktop virtual, isto é, da Arquitetura Cliente-Servidor. Caracteriza as origens da virtualização, expõe breve histórico da tecnologia e delinea os detalhes que diferenciam a Infraestrutura de Desktop Virtual - VDI.

Capítulo 3, Qualidade de Serviço - QoS: versa sobre a definição de parâmetros de QoS em redes de computadores, caracterizando, também, a QoE pelo prisma da percepção do usuário. Apresenta, ainda, o relacionamento da QoS com a QoE.

Capítulo 4, Metodologia: demonstra como foi idealizado e conduzido o método para obtenção de informações de rede com soluções de VDI, descrevendo todas as etapas deste processo.

Capítulo 5, Resultados: apresenta os dados colhidos através da bancada montada.

Capítulo 6, Conclusão: discute os resultados obtidos, analisa os impactos impelidos ao tema e esboça possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 7, Referências: apresenta as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.

2. VIRTUALIZAÇÃO COMPUTACIONAL

2.1. Arquitetura Cliente-Servidor

2.1.1. Descrição do Funcionamento

A arquitetura cliente – servidor corresponde a um tipo de sistema computacional no qual existe um computador central, com alta capacidade, denominado servidor. Este concentra todas as ações, informações, processamento e serviços, com a finalidade de fornecê-los a terminais menos robustos, denominados clientes. Tais equipamentos (clientes e servidor) são conectados via uma rede de comunicação.

Faz-se necessário observar que os clientes representam a interface com os usuários do sistema. Com isso, sempre que iniciam uma operação, enviam uma requisição ao servidor que retorna serviços aos mesmos, após os devidos processamentos, oferecendo suas funcionalidades.

Além disso, é possível que tal arquitetura seja definida, com todos os seus componentes, dentro de uma única máquina física; todavia, a lógica descrita permanece a mesma. A Figura 1 ilustra o funcionamento básico desta arquitetura, que é a base física da Virtualização de Desktops. (CHUNG, 2012; OLIVEIRA *et al*, 2011; OLIVEIRA *et al*, 2012)

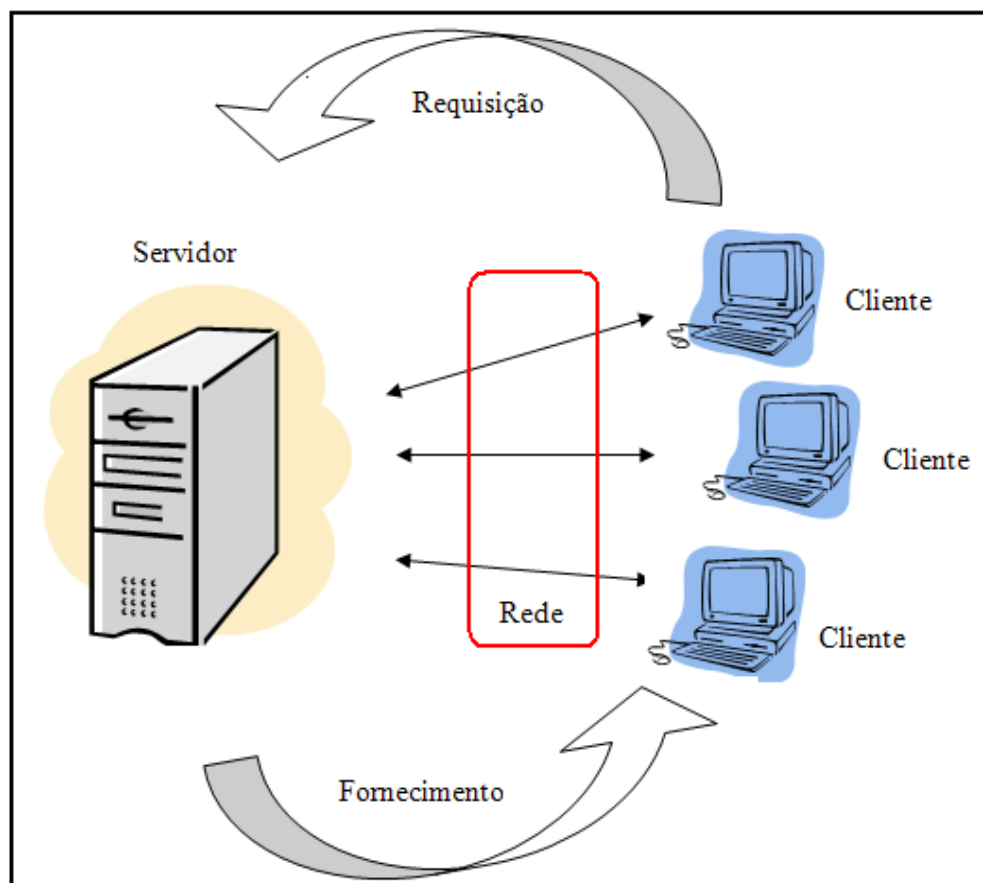


Figura 1: Representação da Arquitetura Cliente Servidor

Fonte: Reproduzido de BENEFÍCIOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA... (OLIVEIRA *et al*,2011)

Uma vez que o servidor é o único computador da rede que armazena os dados e que nenhuma informação é guardada no cliente, pode-se definir que a arquitetura cliente-servidor apresenta um único ponto crítico no sistema. Para uma análise de Segurança da Informação, tal característica é positiva. Isto se deve ao fato de que a rigorosidade para proteger o sistema estará confinada a uma única entidade, ao invés de em todos os terminais da rede (clientes). Sendo assim, ao se garantir a Segurança da Informação em uma única máquina, os demais elementos envolvidos no sistema estarão naturalmente resguardados. Tal característica foi um dos principais motivos que colaborou para a ampla difusão do uso desta arquitetura, especialmente em ambientes corporativos. (OLIVEIRA *et al*, 2011)

Todavia, esta vantagem traz consigo uma importante particularidade a ser notada: o canal de comunicação, uma vez que este tem o papel de realizar toda a troca de informações necessária para a arquitetura funcionar. Dessa forma,

conhecer o comportamento da rede, ou seja, o que é transmitido através dela, para entender como projetá-la para suportar o tráfego se torna algo imperativo.

Adicionalmente, se torna necessário compreender que o servidor, para garantir a já citada Segurança da Informação, deve acatar, para arquiteturas não locais, requisitos de um acordo de nível de serviço - *SLA (Service Level Agreement)* a fim de garantir a qualidade do serviço, inclusive, os parâmetros de QoS atendidos pela rede de comunicação. Tal acordo deve ser baseado nas melhores práticas em Tecnologia da Informação - TI, como o guia ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*). Entre as implicações de tais práticas, estariam presentes, por exemplo, a utilização de clusters para balanceamento de carga e a implementação de redundância de *hardware*.(VERAS, 2011)

2.1.2. Tipificação dos Clientes de Acesso

Na arquitetura cliente-servidor, no papel do cliente, podem existir os mais variados tipos de equipamentos. Dentre estes, estão listados de celulares inteligentes (*smartphones*) (com SLA, pois se trata de rede não local) a computadores pessoais (*PCs*) (sem SLA, pois se trata, em geral, de rede local).

Uma forma de realizar a diferenciação destes clientes de acesso é através da quantidade de *hardware* embarcado presente nos equipamentos, isto é, o que há de 'máquina' (física – não virtual) correspondente à capacidade instalada do aparelho. Neste trabalho, aproveitou-se desta lógica para classificar os clientes em *Fat Client*, ou Cliente Robusto e *Thin Client*, ou Cliente Magro.

O *Fat Client* é um termo que representa o aparelho de cliente de acesso, com *hardware* local capaz de realizar tarefas computacionais complexas. Já o Terminal Magro é caracterizado por ser um equipamento capaz de reduzir o *hardware* local empregado em um dado ambiente, sendo que, ao contrário do Cliente Robusto, ele não possui grandes capacidades computacionais. Apesar disso, em geral, *Thin Clients* costumam ser mais econômicos para aquisição e manutenção, ocupam menos espaço e consomem, localmente, menos energia

elétrica (~10 vezes menor que o consumo de um Computador Pessoal para o *Thin Client* utilizado neste estudo) do que os clientes robustos. Ou seja, o TCO (*Total Cost of Ownership*) ou, em português, CTP - Custo Total da Posse, referindo-se somente à questão do cliente, é menor. (OLIVEIRA *et al*, 2011)

2.2. Virtualização de Desktop

2.2.1 Origens da Virtualização Computacional

A Virtualização, como é conhecida hoje, surgiu de uma abstração computacional iniciada pelo cientista inglês Christopher Strachey, no ano de 1959, como uma forma de compartilhar o tempo de processamento nos computadores (STRACHEY, 1959). Esta técnica foi aplicada e aprimorada durante a década de 60 pela IBM (*International Business Machines*). A motivação principal era a maximização das possibilidades do uso dos grandes computadores, intitulados *mainframes*, pois, uma vez que estes tinham um custo alto, aproveitar seu potencial era prioridade. Dessa forma, tal técnica permitiu o emprego de várias aplicações que rodavam “simultaneamente”. Isto é, possibilitou o compartilhamento do computador por diversos usuários e suas tarefas, dando a impressão de que tudo ocorria ao mesmo tempo através da divisão e agendamento eficiente do tempo de processamento e alocação de memória. A técnica foi um sucesso, tornando o *mainframe IBM System/360* um computador renomado. Tanto que seu próprio nome, caracterizado pelo número 360 sugeriria que ele era uma solução 360° (graus), completa, diversificada e adaptável a diferentes propósitos tanto científicos quanto comerciais (IBM, 1964).

Entretanto, com o passar dos anos, essa situação se modificou. Isto se deveu a criação do processador que iniciou a série x86, em 1978, pela Intel e barateou o custo do computador. Com isso, o oneroso *mainframe* caiu em desuso juntamente com a virtualização. Neste momento, se iniciava a computação distribuída, termo inicialmente usado para descrever processos computacionais em locais geograficamente diferentes através de aplicações cliente-servidor. Sendo que, hoje em dia, este termo também é empregado para descrever

aplicações rodando em conjunto em uma só máquina, bem como para aplicações rodando em conjunto através de uma rede por várias máquinas em um mesmo local, inclusive máquinas virtualizadas.

A arquitetura x86 propiciou o aparecimento do *Personal Computer - PC* e com ele veio a massiva adoção do Windows e Linux para os microcomputadores. Tal arquitetura se tornou o modelo padrão inclusive para servidores.(INTEL, 2012)

A presença do computador em cada vez mais atividades do cotidiano trouxe altos custos financeiros devido à dificuldade de se controlar a TI. Entre os problemas, segundo a VMWare (2012 A), estavam:

- Baixa utilização da capacidade instalada de infraestrutura, pois de 85 a 90% não é aproveitada em arquiteturas de servidores x86. Isto se deve ao fato de que as organizações colocam apenas uma determinada aplicação por máquina para que elas fiquem isoladas e não danifiquem outras aplicações;
- Manutenção e Gerenciamento do parque tecnológico onerosos, uma vez que fornecer suporte ao crescente número de equipamentos gerava um alto custo de: mão-de-obra especializada, consumo de energia elétrica - tanto pelos próprios equipamentos quanto com iluminação e refrigeração, móveis e imóveis;
- Baixa proteção contra paradas e desastres, pois se uma máquina quebrasse seria necessário reconstruí-la inteiramente em outro *hardware* que deveria ser totalmente adaptado para ocupar o papel de um determinado servidor. Tal ação, além de consumir tempo e recursos, demanda perdas consideráveis à organização.

A maneira para abordar estas crescentes dificuldades foi a concepção da virtualização em arquitetura x86, no início de 1999, pela VMWare. Esta se tornou uma forma eficaz de maximizar a utilização do hardware instalado, provendo o isolamento necessário, através de uma camada de software executada pelo chamado Hypervisor ou Monitor de Máquina Virtual (MMV). Este programa permite a instalação de diversos Sistemas Operacionais por máquina, inclusive de diferentes fornecedores, por exemplo: Windows, Apple e Linux. Amplamente

difundida, a virtualização está hoje presente na maioria absoluta dos servidores das organizações ao redor do mundo (GARTNER, 2012).

2.2.2. Infraestrutura de Desktop Virtual – VDI

O *Hypervisor* é um programa que cria *hardware* virtualizado, ou seja, possibilita a criação de máquinas virtuais capazes de abrigar um sistema operacional (*software*) completo. Esta técnica, que é vastamente empregada para servidores (COMPUTERWORLD, 2007; HOOPEES, 2009), hoje é utilizada para os computadores pessoais dos usuários. A motivação principal para esta aplicação é que, ao virtualizar os desktops, há um ganho significativo de Segurança, em sua definição mais ampla (CITRIX, 2011). Isto é, o processo de se ‘trazer’ os *PCs* para dentro do *Data Center* (Centro de Processamento de Dados), um ambiente controlado, ao menos conceitualmente, traz benefícios. Este ‘trazer’ ocorre através da criação de máquinas virtuais em servidores do *Data Center* com o mesmo conteúdo do *PC* do usuário, sendo uma máquina virtual criada para cada *PC*. E os benefícios, se traduzem em aumentos na confiabilidade, disponibilidade, escalabilidade e capacidade de gerenciamento (MENASCÉ, 2005; CITRIX, 2011).

A seguir, se esboça a estrutura básica da virtualização de desktops. A Figura 2 ilustra o funcionamento da tecnologia, podendo-se observar as diversas camadas existentes. Na primeira, há o *hardware*, que é a própria máquina com todos os seus componentes físicos, como: processadores, memória, discos rígidos, placas de rede, etc. Em seguida, há uma camada de software composta pelo *Hypervisor*, que se constitui na base da virtualização, sendo que, a partir dela, se pode criar o *hardware* virtualizado. Ou seja, o *Hypervisor* possibilita a criação de máquinas virtuais capazes de abrigar um sistema operacional (*software*) completo, dando origem ao principal foco deste trabalho, o Desktop Virtual. É importante observar que se pode, ou não, ter um sistema operacional diretamente instalado no *hardware* e, dentro dele, ter um *Hypervisor*. (IBM, 2012)

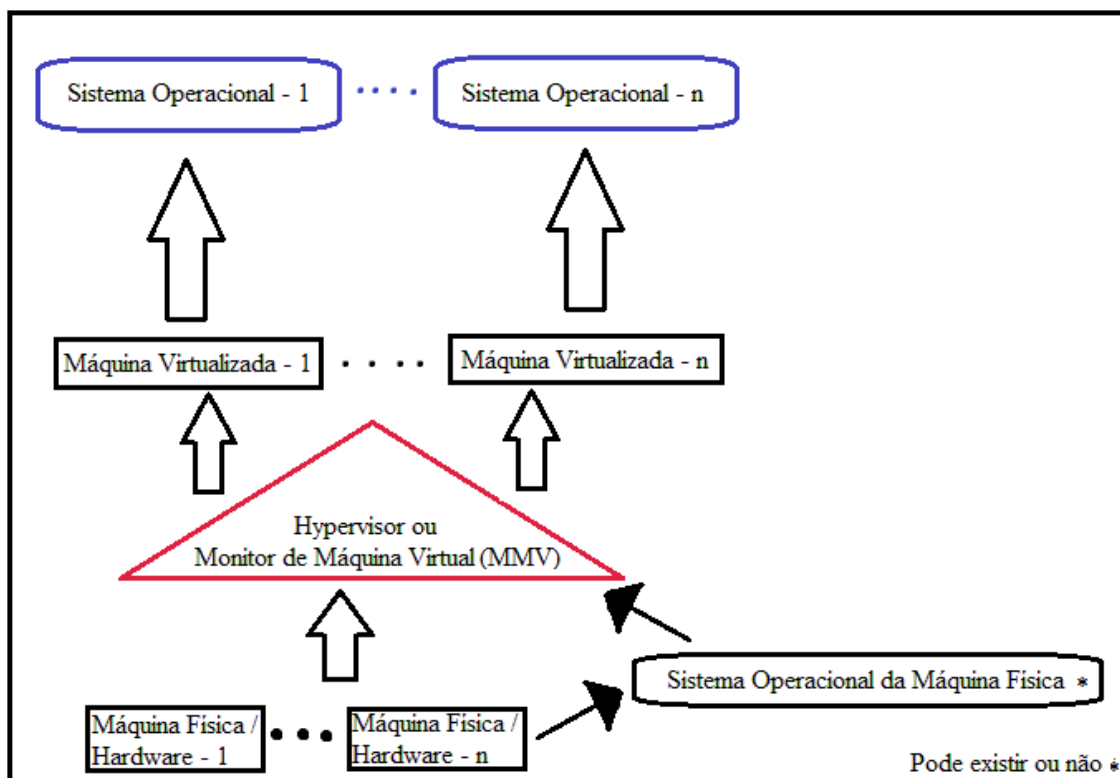


Figura 2: Representação da Virtualização computacional.

Fonte: Reproduzido de Impacto da Virtualização de Desktops... (OLIVEIRA *et al*,2012)

Recentemente, pesquisas apontam que a Infraestrutura de Desktop Virtual apresenta um crescimento expressivo (CITRIX, 2011; TECHNAVIO, 2012). Uma vez que esta tecnologia, já em Outubro de 2011, estava sendo utilizada por cerca de um terço (33%) das organizações em um nível significativo e outros 58% planejavam chegar neste ponto dentro de, aproximadamente, 12 meses. Ou seja, nove em cada dez (91%) organizações possuirão uma implementação de desktops virtuais em uma escala relevante antes do início de 2014. O gráfico abaixo ilustrado pela Figura 3 detalha os dados obtidos por esta pesquisa. (CITRIX, 2011)



Figura 3: Adoção da Virtualização de Desktops em Nível Significativo.

Fonte: Adaptado de *Desktop Virtualization Adoption | Desktop virtualization and security: a global market research report.* (CITRIX, 2011)

Neste cenário, é importante lembrar que, diferentemente da virtualização de servidores, a VDI apresenta uma dependência imperativa da rede de comunicação, uma vez que tudo o que é requisitado pelo cliente deve ser instantaneamente atendido em uma comunicação totalmente atenta à interação do usuário. Logo, estudar os impactos deste tráfego, através de parâmetros técnicos de Qualidade de Serviço, é necessário para se avaliar o custo na rede de comunicação da substituição de uma estrutura convencional local para uma estrutura virtualizada.

3. QUALIDADE DE SERVIÇO - QoS

3.1. Parâmetros de QoS

Qualidade de Serviço em redes de comunicação e, mais especificamente no diagnóstico presente neste trabalho, em redes *IP (Internet Protocol)*, são padrões que permeiam condições técnicas de uma operação qualitativa de determinada aplicação. Estes requisitos se traduzem em parâmetros específicos de QoS em redes de computadores, tais como: *vazão*, *jitter*, latência e perdas.

O primeiro parâmetro, denominado *vazão*, se refere à quantidade de dados transmitidos por intervalo de tempo, medido em *bits por segundo (bps)* ou *Bytes por segundo (Bps)*.

A latência, ou atraso, diz respeito ao tempo utilizado na transmissão dos pacotes do ponto (ou nó) de origem até o ponto (ou nó) de destino.

Já o *jitter*, corresponde à variação do atraso. Ou seja, é a diferença dos tempos gastos pelos pacotes de dados para irem do transmissor ao receptor.

Estes dois últimos (*atraso* e *jitter*), por serem medidas de tempo relativamente curtas, geralmente são medidos em milissegundos (ms).

O último parâmetro citado, denominado *perdas*, corresponde à frequência de detrimientos ocorridos com os dados na transmissão, que inutiliza as informações daquele trecho de bits. As perdas podem ser representadas pela taxa de erros de bits, ou BER (Bit Error Rate), pela taxa de erros de pacotes, ou PER (Packet Error Rate); ou pela taxa de erros de quadros, ou FER (Frame Error Rate), sendo que todas essas taxas são medidas em porcentagem (%) (SILVA, 2004).

3.1.1 Vazão

Em redes de computadores, a vazão ou o comumente utilizado termo, em inglês, *throughput*, informa a quantidade de dados transmitidos por intervalo de tempo, conforme está demonstrado na Equação 1, sendo baseada na média aritmética simples (FRANK & ALTHOEN, 1994).

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_{\dots} + D_n}{n} \quad (1)$$

1 - D corresponde à quantidade de informação de uma amostra. Unidades mais comuns: bits, pacotes e quadros;

2 - i é um índice que se refere a uma determinada amostra;

3 - N é o tempo decorrido para todas as amostras. Unidade: segundos;

4 - V é a Vazão ou *Throughput*, que corresponde à quantidade de dados transmitidos em determinado período de tempo. Unidades mais comuns: bits/segundo, Bytes/segundo (ex: Mbits/s, KBytes/s, etc.), pacotes/segundo e quadros/segundo.

3.1.2 Latência

A latência, em redes de computadores, é basicamente o tempo que leva para um pacote ir de um ponto de origem a um ponto de destino. Este termo pode ser traduzido como atraso, ou ainda, *RTT – Round Trip Time*, cuja tradução literal significa: tempo de ida e volta. Sendo assim, a latência pode ser definida da seguinte maneira: é o período de tempo que uma informação leva para ser enviada da origem ao destino, adicionado ao tempo que a confirmação de recebimento leva para ser recebida pela origem. Ressalta-se também que isto

pode ser entendido como os tempos de propagação e transmissão para envio e resposta, isto é, confirmação do recebimento. Este tempo de transmissão é o período que o emissor dos dados leva ocupando a rede para colocar a informação no canal de comunicação, enquanto que o tempo de propagação é o período que o dado leva para transitar pela rede. A latência pode ser descrita, matematicamente pela Equação 2. (OKABAYASHI *et al*, 2011; NATALICIO *et al*, 2011)

$$L = T_{te} + T_{pe} + T_{tr} + T_{pr} \quad (2)$$

- 1 - L é a Latência ou Atraso, Unidade: ms;
- 2 - T_{te} é o Tempo de transmissão de envio do pacote, Unidade: ms;
- 3 - T_{pe} é o Tempo de propagação de envio do pacote , Unidade: ms;
- 4 - T_{tr} é o Tempo de transmissão de resposta do pacote, Unidade: ms;
- 5 - T_{pr} é o Tempo de propagação de resposta do pacote, Unidade: ms.

3.1.3 *Jitter*

A diferença entre os diferentes tempos de atraso é classificada como *Jitter*. Esta variação dos tempos de atraso pode ser obtida através de tratativas estatísticas aplicadas sobre sucessivas medidas de atrasos, calculando-se o quanto distantes os valores dos diversos tempos de atraso estão de sua última amostra. A relação do *Jitter* com a latência é que através dele se observa a questão da sincronia, isto é, a cadência com que os dados estão trafegando na rede.

Suponha-se que se deseja saber qual o *Jitter* de um determinado grupo de pacotes. Uma vez que o *Jitter* é definido como a variação do atraso do pacote (ADAMS & MCKEE, 2011), ele pode ser calculado como uma simples conta de subtração entre os módulos do atraso de um primeiro pacote e do próximo pacote de dados. O *Jitter* pode ser calculado conforme a Equação 3.

$$J = |X_0 - X_1| \quad (3)$$

- 1 - X_0 é o atraso do primeiro pacote, Unidade: ms;
- 2 - X_1 é o Tempo de atraso do próximo pacote, Unidade: ms;
- 3 - J é a Variação do atraso (*Jitter*), Unidade: ms (ex: 1 ms; 0,5 ms; etc.).

3.1.4 Perdas

As perdas, em redes de computadores, ocorrem quando as informações se deterioram ao longo da comunicação. Esta inutilização pode acontecer tanto por avarias com os dados de forma direta (ex.: colisão de pacotes, interferências no meio de transmissão, mal funcionamento de equipamentos de rede, etc.) ou porque o tempo limite para resposta, em inglês, *timeout*, não foi atendido. Este é um parâmetro previamente configurado para que se receba uma confirmação dentro de um determinado período. E, caso tal retorno ultrapasse este tempo, aquele pacote de dados é tido como perdido e o mesmo pacote terá de ser enviado novamente pelo emissor (TANENBAUM & WETHERALL, 2010). Este parâmetro de Qualidade de Serviço é calculado através de uma operação de divisão, realizada para uma determinada amostragem de dados da rede. Nela, o dividendo é o número de dados com erros durante a transmissão e o divisor é o total de dados envolvidos na comunicação. A Equação 4 descreve o cálculo desse parâmetro.

$$P = E / T [\%] \quad (4)$$

- 1 - P correspondem às Perdas, Taxas mais comuns: BER, PER ou FER (Taxas diferentes para se quantificar as perdas: Bit Error Rate, Packet Error Rate e Frame Error Rate, respectivamente);
- 2 - E é a Quantidade de dados com erro, Unidades: bits, Bytes, pacotes e quadros;
- 3 - T é a Quantidade total de dados, Unidades: bits, Bytes, pacotes e quadros.

3.2 Qualidade da Experiência QoE

Segundo a *International Telecommunication Union* (ITU) ou União Internacional de Telecomunicações (UIT), a Qualidade da Experiência pode ser definida da seguinte forma:

“A aceitabilidade geral de um aplicativo ou serviço, como percebida subjetivamente pelo usuário final.

NOTA 1 - Qualidade da Experiência inclui os efeitos completos de ponta a ponta do sistema (cliente, terminal, rede, serviços de infraestrutura, etc.).

NOTA 2 - aceitabilidade geral pode ser influenciada por expectativas do usuário e contexto.”

Extraído integralmente de *Definition of Quality of Experience (QoE)* (ITU, 2007).

Os parâmetros de QoS alteram a sensibilidade que se tem de uma solução *VDI*, resultando na avaliação da Qualidade da Experiência que o usuário tem ao interagir com o sistema. A Figura 4 ilustra, através de um fluxograma, como se dá este encadeamento. Pode-se observar que a QoE pode ser atingida através de parâmetros definidos de QoS. Além disso, observa-se que a partir da QoE, geram-se os parâmetros técnicos que alimentam a QoS, propiciando uma solução qualitativa para satisfazer as necessidades do usuário (TELECO, 2008; NORTEL *et al* 2006). Todavia, vale lembrar que a QoE não necessariamente é atendida pela QoS, uma vez que se trata de uma avaliação subjetiva que varia de usuário para usuário (ITU, 2007). Bem como, por esta mesma razão, ressalta-se que QoE pode ser satisfeita sem QoS (ITU, 2007).

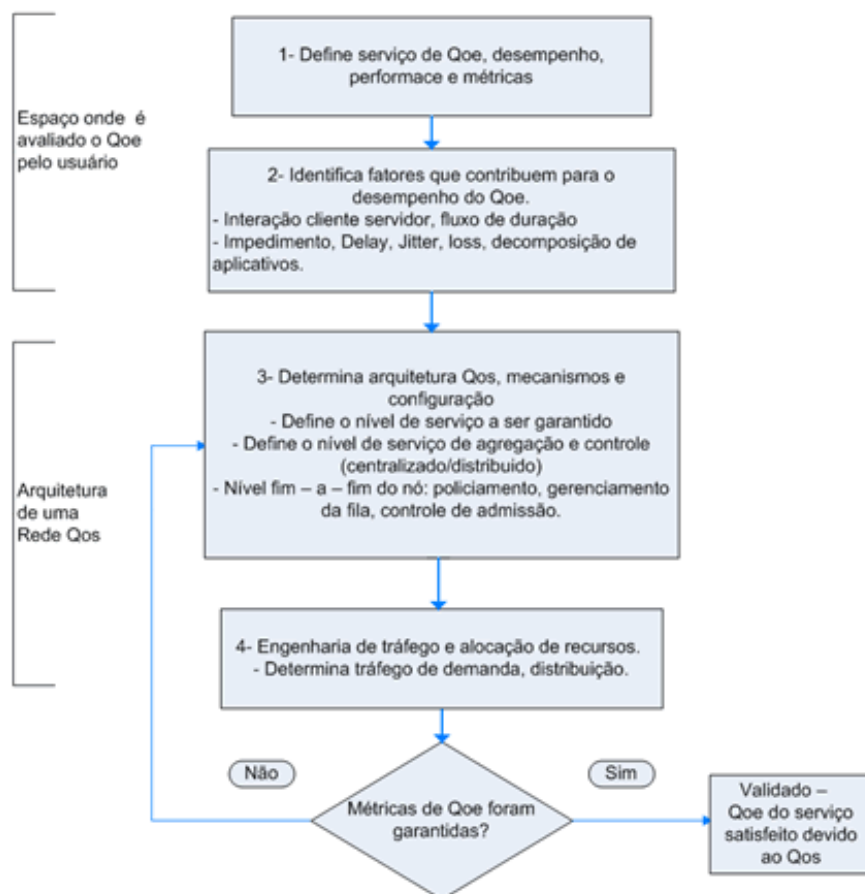


Figura 4: Interdependência entre QoS e QoE.

Fonte: Reproduzido de SEÇÃO TUTORIAIS BANDA LARGA (TELECO, 2008) | Figura adaptada (NORTEL *et al*, 2006).

Adicionalmente, as referências analisadas destacam que, conceitualmente, o equipamento na ponta do usuário, ou seja, o equipamento do cliente de acesso não afeta a Qualidade da Experiência ou a Qualidade do Serviço. O termo utilizado para descrever esta situação de não alterações é que o hardware local é 'transparente'. Isto permite aos usuários acessar seu desktop virtual de qualquer aparelho sem prejuízos ao desempenho e/ou percepções na execução de aplicações. (VMWARE, 2012 B; CITRIX, 2009; MICROSOFT, 2011 A)

4. METODOLOGIA

4.1. Concepção

Como visto anteriormente, padrões técnicos de Qualidade de Serviço em redes de computadores são fundamentais para a avaliação da possibilidade de uma implementação qualitativa da virtualização de desktops. Sendo assim, foi elaborado um experimento em que se verificou a vazão (quantidade de dados transmitidos em um determinado intervalo de tempo) total de um canal de transmissão em um ambiente de IDV. Para isto, foram utilizados distintos componentes de *Hardware* e *Software* para criar diversos ambientes. O objetivo destas implementações foi definir relações entre equipamento local e serviço utilizado, mensurados através da vazão. Estes serviços, providos por ferramentas de *software*, são: Vídeo, Áudio, Texto e Navegação (*Web Browser*). Os equipamentos no papel do *hardware* local de acesso são o *Notebook* na função de Cliente Robusto ou *Fat Client* e Terminal na função de Cliente Magro ou *Thin Client*. Quanto à rede foi utilizada uma rede IEEE 802.3, redes Ethernet, que formaram uma conexão ponto-a-ponto. Esta rede é compreendida pelos equipamentos: de rede do servidor (Placa de Rede Ethernet), de rede do cliente (Placa de Rede Ethernet) e pelo cabo CAT5e. As características das placas de rede e do cabo de rede estão descritas juntamente com os equipamentos a seguir.

4.2. Descrição dos Materiais

As ferramentas de *Hardware* e *Software* utilizadas neste trabalho estão descritas a seguir.

- **Servidor** - Máquina Física com Sistema Operacional (S.O.) instalado diretamente no *hardware*. Em cima deste S.O., instalou-se o *Hypervisor*, no qual se criou uma Máquina Virtual com outro S.O. instalado, dando origem ao Desktop Virtualizado. Adicionalmente, no S.O. da máquina física, foi instalado um *software* capaz de monitorar a Placa de rede Ethernet.

Dois tipos diferentes de servidor foram utilizados, ambos com a mesma função e configurações de *software*, cujas especificações de hardware seguem expostas a seguir. A motivação para se utilizar dois tipos de servidor foi a de verificar o comportamento tanto para um equipamento empregado em ambientes corporativos de aplicação em escala industrial com custo e capacidade maior quanto para um equipamento de alta capacidade para uso doméstico e com custo menor. Também se ressalta que a disponibilidade restrita do equipamento industrial não permitiu muitas análises e com ela só foi possível analisar um serviço, o vídeo. Isto, pois o equipamento industrial, devido ao seu alto custo (preço alto) e seu papel relevante como servidor corporativo, tinha de ser colocado em uso em seu respectivo datacenter com urgência, restando um curto período para os testes pretendidos por este trabalho. Enquanto que com o equipamento de custo menor (cerca de 10% do custo do equipamento industrial), foi possível realizar maiores análises para todos os quatro serviços selecionados.

Servidor Tipo 1: Dell® Vostro 260s Slim - Processador: 2ª Geração do Processador Intel® Core™ i5-2400 (3.1GHz até 3.4GHz com *Turbo Boost* 2.0, 4 Threads, 6Mb Cache, 64 *bits*) ; Memória: 6 GB de SDRAM DDR3 a 1333 MHz; Disco Rígido: 500GB, SATA (7200 RPM); Placa de Vídeo: AMD Radeon HD 6450 1GB DDR3; Placa de Rede Integrada: LAN Ethernet 10/100/1000 na placa do sistema; Dimensões (largura, altura e profundidade): 35.0x10.5x45.0cm. A Figura 5 ilustra o Servidor Tipo 1 utilizado.



Figura 5: Servidor Tipo 1.

Fonte: Reproduzido Adaptado de Computador Vostro 260s Slim (DELL, 2012 A).

Servidor Tipo 2: Dell® Power Edge R710 - 2 Processadores: Intel® Xeon™ E-5620 (2.4GHz até 2.66GHz com Turbo Boost, 4 Núcleos, 8 Threads, 12Mb Cache, 64 *bits*); Memória: 48 GB de SDRAM DDR3 a 1333 MHz; 8 Discos Rígidos em

RAIDController: 1TB, SATA SAS (10.000 RPM); Placa de Vídeo: MATROX G200; 4 Placas de Rede Integradas: LAN Gigabit Ethernet na placa do sistema; Dimensões (largura, altura e profundidade): 44.5x8.5x68.0cm. A Figura 6 ilustra uma foto do Servidor Tipo 2 utilizado.



Figura 6: Servidor Tipo 2.

Outras Informações pertinentes à ambos os Servidores:

Sistema Operacional instalado na máquina física - Servidor: Microsoft *Windows Server 2008 R2 Enterprise®* (64bits).

Software para monitorar a interface de rede (instalado sobre o S.O. do Servidor): *Wireshark Network Protocol Analyzer®* Version 1.7.0.

Software – Hypervisor (instalado sobre o S.O. do Servidor): *VMware Workstation®*

Atributos do *Hardware* Virtualizado (criado a partir do *Hypervisor*): Processadores: 4; Memória: 4GB; Disco Rígido: 60GB; Placa de Rede: Ethernet.

Sistema Operacional instalado na máquina virtual: Microsoft *Windows 7 Ultimate®* (64bits).

Software para *Streaming* e Reprodução de vídeo (instalado em todos os S.O.s deste experimento, exceto o S.O. do *Thin Client*): *VLC Media Player 2.0.1*.

- ***Thin Client*** (Cliente Magro) - Marca: Net Computer Technology Co. Ltd. , Modelo: NC600W; Placa de Rede Integrada: LAN Ethernet 10/100/1000 na placa do sistema; Memória: RAM 20MB; Processador: 533Mhz; S.O.(nativo): Microsoft *Windows CE 5.0®*; Dimensões (largura, altura e

profundidade): 11.9x11.9x2.5cm. A Figura 7 ilustra o *Thin Client* utilizado nos experimentos.



Figura 7: *Thin Client*.

Fonte: Adaptado de Net Computer NC600W (NET COMPUTER, 2011).

Dois tipos diferentes de *Fat Client* foram utilizados, ambos com a mesma função e configurações de *software*, as demais especificações, sobretudo de hardware seguem expostas a seguir. A razão para se empregar dois tipos de clientes robustos foi o de verificar o que ocorre com a vazão quando utilizamos um computador comum e um computador produzido para suportar aplicações que exigem o muito do *hardware* como ferramentas gráficas (exemplo: jogos, vídeo, etc.). Ou seja, se buscou eliminar as limitações físicas na ponta do cliente para poder observar a rede. Com isso, possibilitou-se também vislumbrar dois estágios de *Fat Clients* e seus comportamentos.

- ***Fat Client* Tipo A** - Marca: Dell; Modelo: Notebook Dell Inspiron N4050; Placa de Rede Integrada: LAN Ethernet 10/100/1000 na placa do sistema; Memória: 4 GB de SDRAM DDR3 a 1333 MHz; Processador: 2ª Geração do Processador Intel® Core™ i3-2350M (2.3GHz, 4 Threads, 3Mb Cache); S.O.: : Microsoft Windows 7 Home Basic (64bits)®; Dimensões(largura, altura e profundidade): 34.0x2.3x24.0cm. A Figura 8 ilustra o *Fat Client* Tipo A utilizado nos experimentos.



Figura 8: *Fat Client* Tipo A.

Fonte: Adaptado de Notebook Dell Inspiron N4050(DELL, 2012 B).

- ***Fat Client* Tipo B** - Marca: Dell; Modelo: Notebook Dell Alienware M11x; Placa de Rede Integrada: LAN Ethernet 10/100/1000 na placa do sistema; Memória: 6 GB de SDRAM DDR3 a 1333 MHz; Processador: 2ª Geração do Processador Intel® Core™ i7-2637M (1.7GHz, 4 Threads, 4Mb Cache); S.O.: : Microsoft Windows 7 Home Basic (64bits)®; Dimensões(largura, altura e profundidade): 28.5x2.3x22.0cm. A Figura 9 ilustra o *Fat Client* Tipo B utilizado nos experimentos.



Figura 9: *Fat Client* Tipo B.

Fonte: Adaptado de Notebook Dell Alienware M11x(DELL, 2012 C).

- Meio de transmissão - cabo de rede CAT5e; Padrão: IEEE 802.3, com conectores RJ45. A Figura 10 ilustra o Meio de Transmissão utilizado nos experimentos.



Figura 10: Meio de transmissão.

Fonte: Reproduzido de Cabo de rede RJ45 (KALUNGA, 2012).

4.2.1 Analisador de tráfego de rede - *Sniffer*

Na investigação realizada neste trabalho, o papel do analisador de tráfego de rede, em inglês, *Sniffer*, é crucial, pois é através dele que todas as medições de parâmetros de Qualidade de Serviço de uma rede são registradas. Esta ferramenta é capaz de interceptar e examinar todos os pacotes de dados que transitam em um determinado canal de comunicação. Esta identificação permite capturar informações específicas, separadas ou agrupadas por configuráveis e pré-determinadas características que se deseje observar e analisar. Acentua-se que um analisador de tráfego de rede pode ser tanto um equipamento de *hardware*, desenvolvido ou adaptado para este fim, como um programa de computador, *software*.

Neste trabalho, o *sniffer* utilizado para monitorar parâmetros de QoS foi o WireShark Network Protocol Analyzer@Version 1.7.0.. Vale pontuar que este programa é um *software* livre, isto é, um código aberto (em inglês, *Open Source*) de livre acesso, modificação e distribuição. Dessa forma, o WireShark se constitui como programável e/ou adaptável para qualquer que seja a necessidade requerida. Outra característica importante do WireShark é que ele não possui papel ativo na rede, não colocando, retirando e/ou alterando qualquer tráfego nela, sendo a sua função somente ligada à questão da monitoração (WIRESHARK FOUNDATION, 2012).

4.3. Serviços Analisados

Os serviços foram analisados tratando-se dos pacotes de dados que transitaram dentro de redes de computadores IEEE 802.3 (IEEE), denominadas redes Ethernet, com a finalidade de estabelecer conhecimento relacionado ao impacto do uso da VDI com cada ferramenta em cada ambiente. Explica-se que um ambiente é composto por um equipamento cliente (ex: *Thin Client*), um equipamento servidor (ex: Servidor Tipo 2) e uma operação computacional (ex: Acesso a Desktop Virtual); já a ferramenta é um serviço de software (ex: Vídeo). O impacto na vazão mencionado foi observado sempre no mesmo tipo de canal

de comunicação: as redes de computadores como definido por TANENBAUM & WETHERALL (2010). E esta rede, de forma específica, foi uma rede IEEE 802.3 ponto-a-ponto, ligando diretamente o elemento servidor ao elemento cliente.

Os serviços analisados foram: vídeo, áudio, texto e navegação (*Web Browser*); sendo que as razões para a escolha de se analisar cada um dos serviços encontra-se descrita a seguir.

4.3.1. Vídeo

Uma imagem pode ser compreendida como sendo a representação da perspectiva visual, ou seja, nasce da percepção ocular. A imagem pode ser tanto criada quanto capturada de uma paisagem ou de um objeto. Isto ocorre através de um trabalho manual como em uma pintura ou por meio de um equipamento como uma câmera fotográfica. A imagem é a base que forma o vídeo, chamado de 'imagem em movimento'. (NORMAN, 2012)

O vídeo surgiu da ação de intercalar imagens e exibi-las consecutivamente. Com a evolução da tecnologia ao redor do vídeo ele incorporou som sincronizado, se tornou gravável e digital, sendo, atualmente, referenciado como um arquivo de mídia. E, tal esquematização, ocorreu em conjunto com a reprodução do arquivo de vídeo, composto por áudio e imagem, em equipamentos eletrônicos e de informática, como o computador pessoal. (NORMAN, 2012)

Para os experimentos conduzidos neste trabalho, para analisar o serviço de vídeo, através da reprodução por meios computacionais, o formato do arquivo utilizado foi o AVI - *Audio Video Interleaved*. Este padrão foi criado pela Microsoft e é reproduzido de forma nativa em todos os sistemas Windows desde a década de 90. A Figura 11 apresenta o detalhamento do arquivo utilizado nos testes. É importante salientar que as taxas, isto é, as proporções com que as informações armazenadas no arquivo são executadas ao longo do tempo, estão descritas de forma a demonstrar as médias aritméticas dos dados, que não necessariamente obedecem tal sequencia. Isto se deve ao fato do formato AVI possibilitar taxas

variáveis (VBR - *Variable Bit Rate*) de acordo com a necessidade do vídeo. (MICROSOFT, 2012)

A razão para se escolher estudar o serviço de vídeo é que, atualmente, ele está presente no cotidiano de quem utiliza quase qualquer equipamento com características computacionais como *notebooks*, celulares inteligentes ou *tablets*. Adiciona-se a isto a relação que a aplicação de vídeo possui com a interação dos usuários destas tecnologias, em especial, por meio de vídeo conferências e logo se justifica sua relevância.

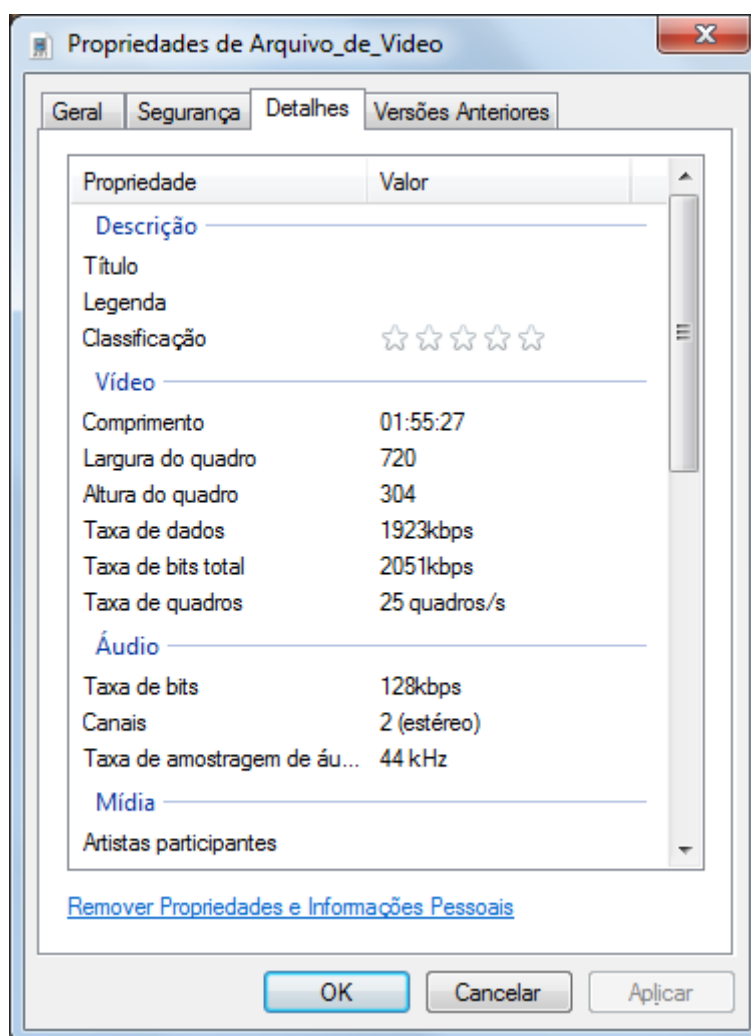


Figura 11: Características do Arquivo de Vídeo.

4.3.2. Áudio

O som é uma onda mecânica e tridimensional capaz de espalhar-se em diversos meios físicos, por exemplo: gases, líquidos e sólidos (WUO, 2000). Esta onda, sobretudo no ar, com o advento da fonografia passou a ser capturada (GELATT, 1977). E, posteriormente, começou a ser gravada por meios eletrônicos e informáticos dando origem ao áudio digital e, por consequência, ao arquivo de áudio.

Dentre os diversos formatos de áudio existentes no campo da computação nos dias de hoje, selecionou-se, para os experimentos deste trabalho, o MP3, sigla para 'MPEG-1 Audio Layer 3'. Tal padrão foi criado por um grupo de especialistas denominado MPEG - *Motion Picture Expert Group*, estabelecido pela ISO - *International Standardization Organization*. (MUSMANN, 2006). Ademais, se faz indispensável informar que este formato também permite ao arquivo possuir uma taxa variável de *bits*. A Figura 12 ilustra os detalhes do arquivo utilizado nas experimentações.

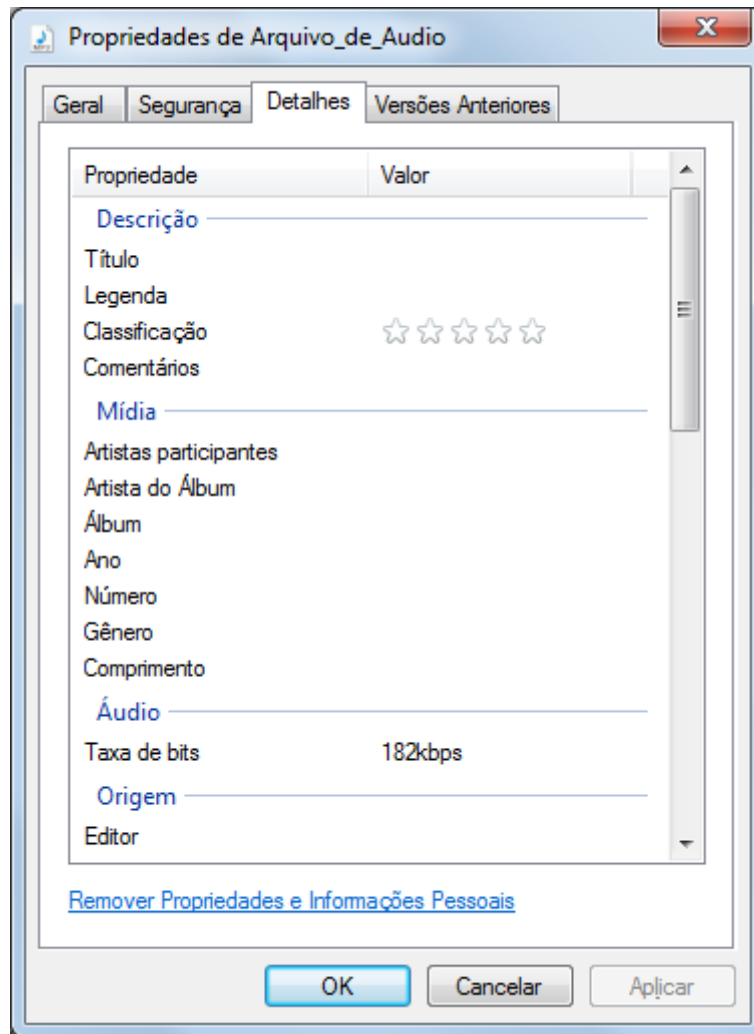


Figura 12: Características do Arquivo de Áudio.

O motivo para se analisar os efeitos do serviço de áudio sobre uma rede de computadores está intimamente ligado ao crescente uso deste serviço no papel de telefone (ex: áudio Conferência). Também se destaca a necessidade que corporações atualmente possuem de gravar as comunicações telefônicas, como por exemplo, em serviços de telemarketing ou de atendimento ao consumidor.

4.3.3. Texto

Texto, em computação, é a reprodução de uma mensagem escrita, reprodução de uma linguagem. Isto acontece através de uma codificação, primeiramente através do teclado para o computador. Em segundo lugar, do

computador para o monitor. Em algum momento, o texto pode transitar por uma rede de computadores. (FISCHER, 2012; GRAND, 1993)

A codificação citada pode ser realizada em diversos padrões. Todavia, os mais utilizados pelos sistemas que provém a escrita de texto são ASC II e MIME ou variações destas duas definições. (FISCHER, 2012; GRAND, 1993)

A sigla ASC II significa *American Standard Code for Information Interchange*, cujo significado é 'Padrão Americano de Código para Intercâmbio de Informações'. E o acrograma MIME é *Multipurpose Internet Mail Extensions*, ou Extensões para Mensagens (*Emails*) de Internet Multipropósito. (FISCHER, 2012; GRAND, 1993)

A ferramenta de texto empregada nos testes foi o Bloco de Notas – *Notepad*. Nos testes realizados, a análise do serviço do tipo texto consistiu em manter uma operação de digitação constante, mantendo um botão do teclado continuamente pressionado durante todo o tempo, sendo que este botão foi a letra A. Esta aplicação de texto nativa do Windows, está ilustrada na Figura 13, compondo uma exemplificação direta do programa responsável pelo serviço em questão e, a codificação empregada pelo software é a ASC II.

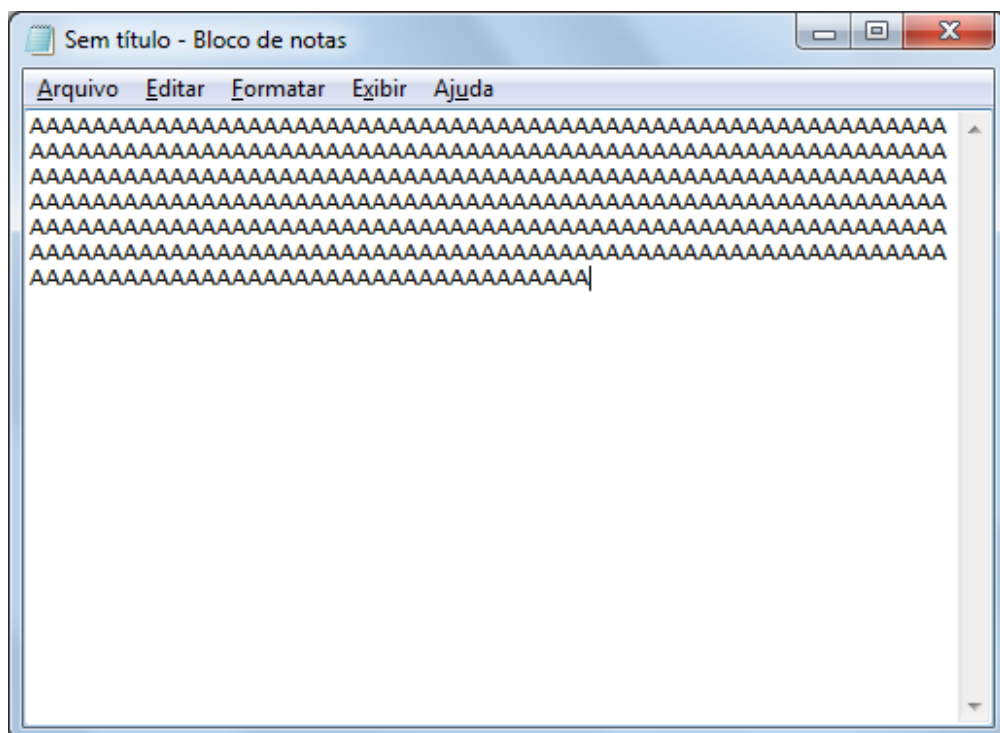


Figura 13: Screenshot do Bloco de Notas - *Notepad*.

O serviço de texto é uma das aplicações mais básicas e importantes desde que foi inventado o computador. Isto, pois a maioria das informações que trafegam e que são armazenadas estão em forma de texto. Como relevantes assemelhações relacionadas estão o SIGE - Sistemas Integrados de Gestão Empresarial ou ERP - *Enterprise Resource Planning* (exemplos: SAP, Datasul, Siebel, etc.), Sistemas de Colaboração ou *Groupware* como Email (exemplos: Lotus Notes, Outlook, etc.) e Mensagens Instantâneas (exemplos: MSN, ICQ, Netmessenger, Sametime, etc.).

4.3.4. Navegação (*Web Browser*)

Um Navegador ou *Web Browser* é um *software* que permite ao usuário acessar, criar, apagar e/ou modificar dados virtuais presentes em uma rede. (LIVING INTERNET, 2000)

O protocolo de acesso, na camada da aplicação, é, primordialmente, o HTTP – *HyperText Transfer Protocol* ou Protocolo para Transferência de Hipertexto. (W3C, 2004)

Inicialmente, as informações disponíveis para interação via um Navegador eram textuais. Todavia, houve uma crescente ‘migração’ de todo tipo de aplicações, sobretudo multimídia, para que elas sejam executadas e trabalhadas através de um *Web Browser*. Este serviço se tornou indispensável a quase todos os aparelhos computacionais, assim como o acesso a redes de comunicação: locais, regionais ou mundiais como a Internet. A Figura 14 apresenta o software Navegador usado neste trabalho. Além disso, se faz imprescindível caracterizar que foram acessadas páginas web de forma aleatória, a fim de simular as atividades de um usuário. Todavia, as páginas web empregadas não possuíam vídeo, eram somente textos e imagens em diversas fontes, cores e formatações, como exemplificado pela Figura 15. (LIVING INTERNET, 2000; W3C, 2004)

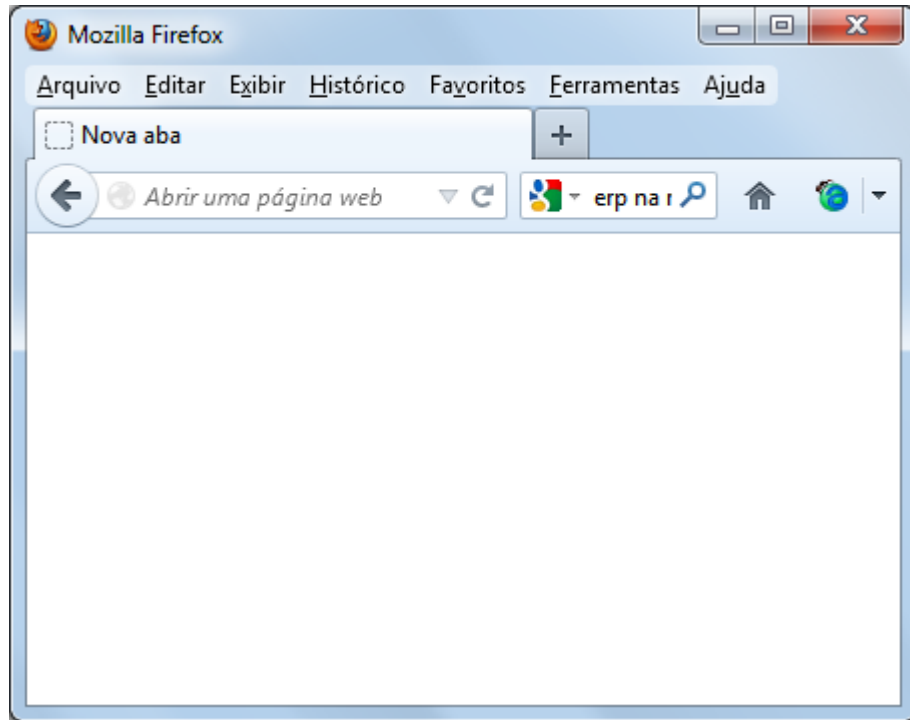


Figura 14: Screenshot do Navegador Firefox – Web Browser.



Figura 15: Screenshot do Navegador Firefox – Web Browser exemplificando acesso a conteúdo similar aos utilizados nos testes.

4.4. Montagens Experimentais – *Setups*

4.4.1 Estruturação

A estrutura dos equipamentos utilizados nas montagens experimentais – *Setups* está delineada na Figura 16 a seguir. Esta estrutura é chamada, por razões de conveniência, de estrutura física, enquanto que as demais composições que a completam, cada qual permitindo diferenciar equipamento, serviço e configuração computacional, estão denominadas como estruturas lógicas.

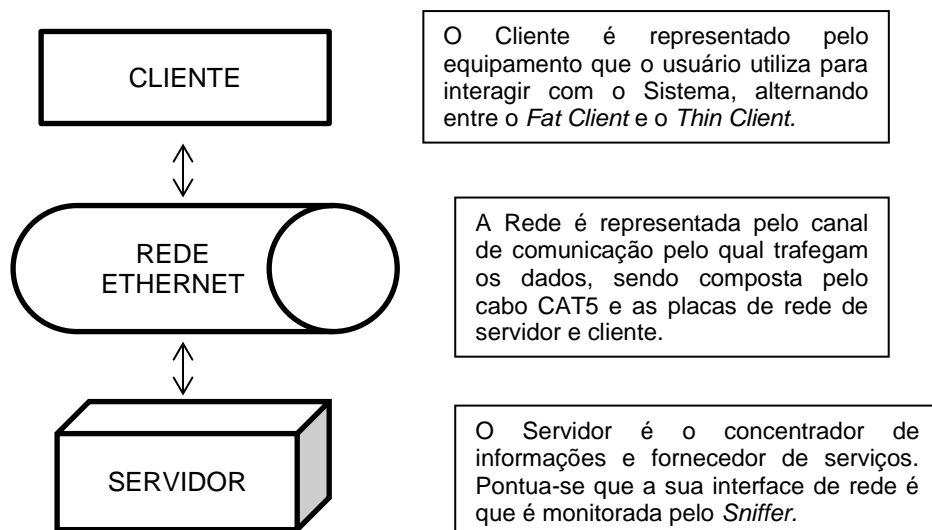


Figura 16: Estrutura física dos *Setups*.

A Figura 17 exemplifica a rede ethernet ponto-a-ponto presente nos experimentos. Trata-se de um esquemático com todos os elementos físicos presentes na rede em questão. Ou seja, tem-se o diagrama com as placa de rede ethernet do cliente e do servidor, o cabo de rede CAT5e e os conectores RJ45 do cabo com o servidor e com o cliente. Todos estes elementos compõe a rede, isto é, o canal de transmissão.

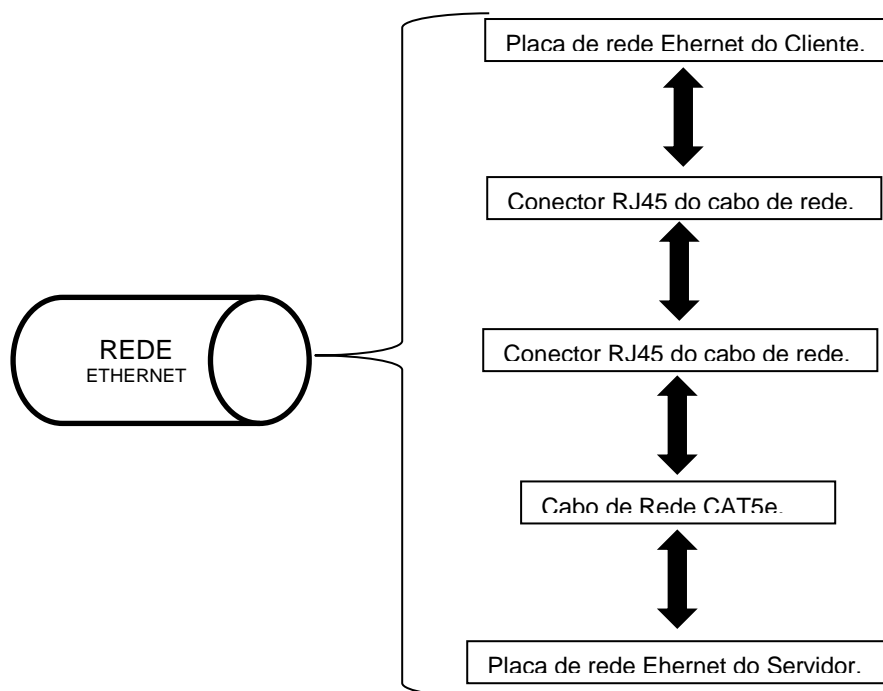


Figura 17: Diagrama esquemático da rede ethernet com a conexão ponto-a-ponto.

A estrutura lógica foi definida com o seguinte esquema de nomenclatura, a fim de deixar intuitivos e explicativos os dados referentes a cada *Setup*. Dessa forma, cada *Setup* está definido por:

Cliente e Tipo (quando do caso de *Fat Client*) + Operação Computacional + Serviço + Tipo do Servidor

Exemplos:

- 1 - FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1
- 2 - FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1
- 3 - FatClient_B_Streaming_Video_Servidor_1
- 4 - ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1
- 5 - ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1

Como exemplo, suponha que se deseja analisar o cliente ‘magro’ com o servidor de uso industrial para a implementação do desktop virtualizado testando a reprodução do arquivo de vídeo. Tal *Setup* seria definido por:

ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2.

4.4.2 Procedimento

O procedimento para a realização da investigação pretendida englobou a escolha de cada tipo de componente para cada *Setup*, bem como a posterior análise do canal de comunicação. Dessa forma, se conduziu a seleção do Cliente, do Servidor, do Serviço e da Operação Computacional, culminando com a captura do tráfego da rede via *Sniffer*.

É necessário pontuar que para cada *Setup*, antes e durante os ensaios, foi executada uma monitoração que checava se os componentes estavam funcionando corretamente. Como exemplo desta ação se pode citar a verificação se o servidor e cliente não entravam em pane (“tela azul do Windows”) ou se o *software Sniffer* não apresentava problemas, ou ainda, se os serviços não travavam por corrupção nos arquivos. Caso algum mau funcionamento ocorresse, se tornava imprescindível realizar todos os testes para aquele *Setup* novamente. Note-se que, quando se menciona mau funcionamento isto se refere exclusivamente à deterioração, de alguma forma, dos componentes. Ou seja, não trata da degradação do canal de comunicação ou da qualidade de experiência causados pelo *Setup* em questão. Estes, inclusive, são parte dos diagnósticos ambicionados com este trabalho.

A maneira através da qual se pode vislumbrar os procedimentos experimentais em caráter ordenado e racional está presente no fluxograma presente na Figura 18 a seguir.

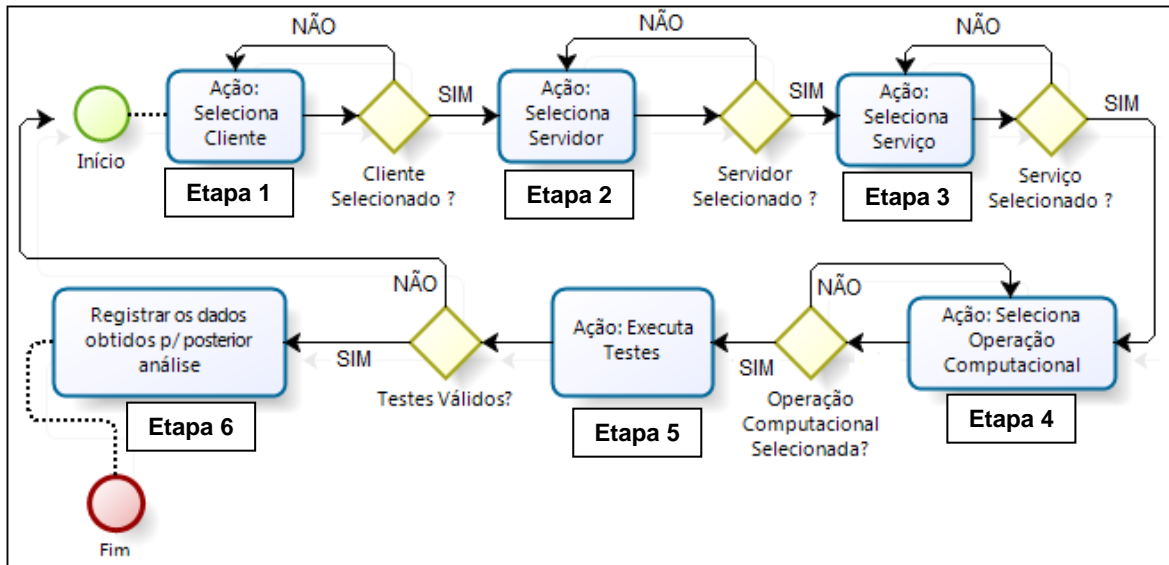


Figura 18: Fluxograma do Procedimento Experimental Aplicado.

Neste fluxograma, o início é apresentado pela ação de selecionar o cliente (Etapa 1), isto compreende escolher entre *Thin Client*, *Fat Client* Tipo B ou *Fat Client* Tipo A. Em seguida, há uma confirmação desta ação versando que caso ela não tenha sido executada ela terá de ser realizada novamente e caso a seleção tenha ocorrido se avança para a próxima ação. Na próxima ação (Etapa 2), se indica o servidor, ou seja, escolhe-se Servidor Tipo 1 ou Servidor Tipo 2 seguido de uma confirmação similar a anterior. Se esta última verificação for positiva, continua-se para a próxima ação que é eleger um serviço (Etapa 3). Isto é, optar entre vídeo, áudio, texto ou navegação (*Web Browser*). Após isto, ocorre novamente uma confirmação e, caso a resposta seja 'NÃO' executa-se a ação de selecionar o serviço novamente. E, se a resposta for 'SIM', avança-se para a próxima ação. Esta próxima ação se refere à escolha (Etapa 4) da Operação Computacional, isto é, seleciona-se entre Acesso Remoto de Arquivo, *Streaming*, Acesso a Desktop Virtual e Acesso a Desktop Físico. Continuando, há uma confirmação desta opção que segue os mesmos preceitos das verificações anteriores. E, se ela for positiva, avança-se para a próxima tarefa que trata da execução dos testes (Etapa 5) seguida de uma validação. A execução dos testes é monitorar a rede e coletar os dados, enquanto que a validação diz respeito à integridade das informações coletadas que, se estiverem corretas, serão registradas para posterior análise (Etapa 6). Se os testes não se demonstrarem

válidos, será necessário retornar ao início a fim de passar por todos os passos (Etapas) novamente para se corrigir qualquer possível erro.

4.4.3 Execução

Para a verificação de parâmetros de QoS e, especificamente, da vazão total média em um ambiente que utiliza o desktop virtualizado, primeiramente se torna necessário ter uma referência do comportamento da rede sem utilização da técnica de virtualização de desktops. Por este motivo, inicialmente, foi implementado um ambiente sem virtualização, e sem acesso remoto de sessão, realizando uma aplicação comum para um desktop, acessando os dados do servidor via Acesso Remoto de Arquivo e posteriormente via *Streaming*. Em um segundo momento, ainda sem utilizar a virtualização, mas utilizando o acesso remoto, abriu-se uma sessão do S.O. Servidor e repetiu-se a aplicação. Somente em uma terceira ocasião, iniciou-se a aplicação utilizando o desktop virtualizado, através do acesso remoto de uma sessão.

Se faz necessário acrescentar que tanto o Acesso Remoto de Arquivo como o *Streaming*, são processos que contam com o recurso chamado de *bufferização*. Isto é, utilizam uma memória, um *buffer*, para armazenar pacotes recebidos em diferentes tempos, a fim de manter a sincronia de fluxo para a reprodução em andamento. Esta implementação simples permite que se exija menos vazão da rede e não pode ser implementada para o desktop virtual. A razão para isto é que não há como saber qual dado o usuário acessará a seguir, por exemplo: se o usuário continuará assistindo a um vídeo ou lendo um determinado documento.

A aplicação inicial (no capítulo 5 descrita como Investigações Iniciais) em questão foi a reprodução de um mesmo trecho de 60 segundos de um vídeo de alta qualidade em todos os ambientes descritos. Após isto, testes foram conduzidos de forma automatizada para um número de até 100 amostras, segmentadas em trechos de 1 minuto para os serviços de Vídeo, Áudio e Texto. E para o serviço de navegação foram conduzidos dois conjuntos de testes manuais (não automatizados e aleatórios) de 10 minutos cada, um subdivido em trechos

de 1 minuto e outro com o tempo total consolidado, maiores detalhes estão na seção: 4.4.4 Detalhamento. Todos os acessos remotos utilizaram protocolo RDP (*Remote Desktop Protocol*) e todos os ambientes anteriormente descritos, exceto o primeiro, tiveram como clientes o *Thin Client* e o *Fat Client*. O primeiro ambiente não pôde ser realizado com o *Thin Client*, pois este não possuía recursos locais de *hardware* para executá-lo.

4.4.4 Detalhamento

O *setup* dos ensaios, ou seja, a montagem do ambiente consistiu em ligar, alternadamente, o servidor aos clientes e monitorar o tráfego na interface de rede física deste servidor. A Figura 16 exemplifica isso. Pode-se observar que um servidor ficou, ora conectado ao *Thin Client*, ora conectado a um *Fat Client*. No total, foram realizados cinco diferentes testes, descritos a seguir:

As etapas que testaram os serviços de áudio e vídeo ocorreram da forma descrita a seguir. No primeiro caso (teste 1), que pode ser nomeado de caso do emprego da estrutura local convencional, ocorreu a utilização da capacidade local do cliente. Ou seja, dos *Fat Clients* via Acesso Remoto de Arquivo ou Fluxo de Mídia por *Streaming*, realizando-se apenas uma transmissão de vídeo ou áudio, utilizando-se da estrutura local. Para isto, conectou-se um Servidor a um *Fat Client* e, através do programa *VLC Media Player*, instalado tanto no S.O. do Servidor, quanto no S.O. do *Fat Client*, originou-se a reprodução da mídia. Este arquivo de conteúdo multimídia encontrava-se no Disco Rígido do Servidor, e foi acessado pelo cliente, que deu origem à transmissão. No mesmo instante em que se iniciou a reprodução, a monitoração da interface de rede do Servidor, através do *software Sniffer WireShark*, também começou. É importante salientar que todos esses testes foram realizados produzindo o arquivo com as coletas de informação segmentado em trechos sessenta segundos.

Já no segundo caso (teste 2), denominado como sessão de ambiente físico com *Fat Client*, compreendido também por Acesso ao Desktop Físico do Servidor com Cliente Robusto. Realizou-se a transmissão de uma sessão via *Remote Desktop Protocol* (RDP) do S.O. instalado no Servidor, reproduzindo os mesmos arquivos. Ressalta-se que nesta experimentação, o arquivo em si não foi

transmitido fisicamente de uma máquina a outra, como no caso anterior, e sim, reproduzido em uma máquina (Servidor) e exibido em outra (*Fat Client*).

O mesmo ocorreu com a terceira (teste 3) avaliação denominada Acesso ao Desktop Físico do Servidor com Terminal Magro, com a diferença de que mudou-se o cliente de acesso para *Thin Client*.

Os dois últimos testes realizados se deram sob o prisma da tecnologia de virtualização de desktops (testes 4 e 5). Tal ambiente foi implementado da seguinte forma: sobre o S.O. do Servidor foi instalado um programa que possibilita a criação de *hardware* virtual, o *Hypervisor*, denominado VMWare *WorkStation*. Com este *software*, criou-se uma máquina virtual, cujos recursos já foram explicitados anteriormente. Sobre esta máquina virtual, instalou-se um S.O. que deu origem a um Desktop Virtual (DV). Neste, colocou-se o referido arquivo para ser exibido ou o serviço para ser executado. Dessa forma, o serviço em análise ficou localizado no disco rígido do DV. O Desktop Virtual foi acessado pelos clientes a partir de uma sessão via protocolo RDP, e a ferramenta presente nele foi reproduzida para a tela dos clientes.

Para o serviço de texto, foi executada a escrita através do travamento acionado da tecla “A”, em maiúsculo, com a mesma velocidade de repetição de caracteres em todos os teclados para todos os casos. Tal velocidade foi configurada exatamente no valor intermediário (médio) entre velocidade média e velocidade máxima. Neste serviço, vale pontuar que não há como medir o uso, em relação à monitoração de rede, de uma estrutura local tradicional. Isto, pois este serviço somente existe em soluções locais convencionais e não depende de uma rede de comunicação para ser executado. Sendo assim, somente foram realizados testes com acesso remoto (via RDP) à Desktop Físico e Virtual através do cliente robusto e do cliente magro.

Para o serviço de navegação, a mesma característica de não se ter a medição de uma estrutura local convencional foi apresentada. O motivo para este fato é que o objetivo deste trabalho é medir o custo da IDV. E este custo, neste caso, somente existe entre um cliente e um servidor através do acesso de uma sessão remota de Desktop Físico ou Virtual através do cliente robusto e do cliente

magro. Além disso, se faz necessário caracterizar o experimento para o serviço de vídeo, uma vez que ele foi conduzido com determinadas particularidades. O primeiro passo antes de se conduzir os testes foi o salvamento local nas máquinas (Física e Virtual) de dez páginas web. Tais páginas continham conteúdo misto, pois eram de conhecidos portais da Internet Brasileira, entre eles: Yahoo Brasil, Google Brasil, Carta Capital, UOL, Globo.com, Terra, Microsoft, etc. Estas páginas, além de serem salvas foram previamente carregadas ('abertas') em abas em uma única janela no *Web Browser* Firefox. Somente com isto completado, se iniciaram de forma manual e aleatória, os testes deste serviço para cada montagem experimental caracterizada.

Ressalta-se que os testes com os diferentes clientes, *Thin Client* e *Fat Client* ocorreram separadamente. Dessa maneira, primeiramente acessou-se o DV com um dos clientes; executou-se o serviço e realizaram-se as medições. E, somente após uma experimentação finalizada, executou-se a próxima, com outro tipo de cliente. Tais experimentos estão referenciados como já descrito, de acordo com o tipo de cliente, de servidor, de serviço e de operação computacional realizada.

Quanto as avaliações de da Qualidade da Experiência presente nos resultados se faz necessário mencionar que tal avaliação está condicionada à percepção de um único avaliador, o autor deste trabalho. Além disso, nota-se que a execução dos experimentos foi gravada por uma câmera e depois exibida a membros do grupo de pesquisa e todos concordaram com a avaliação percebida pelo autor(QoE).

5. RESULTADOS

5.1. Vídeo

5.1.1 Investigações Iniciais

Inicialmente, foram executadas experimentações para somente um tipo de serviço, o vídeo, a fim de prospectar as possibilidades da pesquisa. Com isto, foram obtidos dados de vazão apresentados como se segue. Estes experimentos geraram apenas uma única amostra, um único teste de 60 segundos para cada implementação. Os dados obtidos e a percepção da experiência (QoE) de usuário, descrita de forma simplificada, estão ilustrados a seguir na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das Investigações Iniciais - Vídeo

Estruturações – Setups do Experimento (Tipos)	Vazão em Mbits/s	Bytes Trafegados (Total)	QoE para o usuário
FatClient_A_Acesso_Remoto_de_Video_Servidor_1	1,589	11887432	Satisfatória
FatClient_A_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1	14,195	106807256	Satisfatória
FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1	1,883	14093078	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1	3,600	26794509	Insatisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1	4,326	32389341	Insatisfatória

Fonte: Adaptado de Impacto da Virtualização de Desktops... (OLIVEIRA *et al*,2012).

Na Figura 19 a seguir, constam esses dados na forma gráfica.

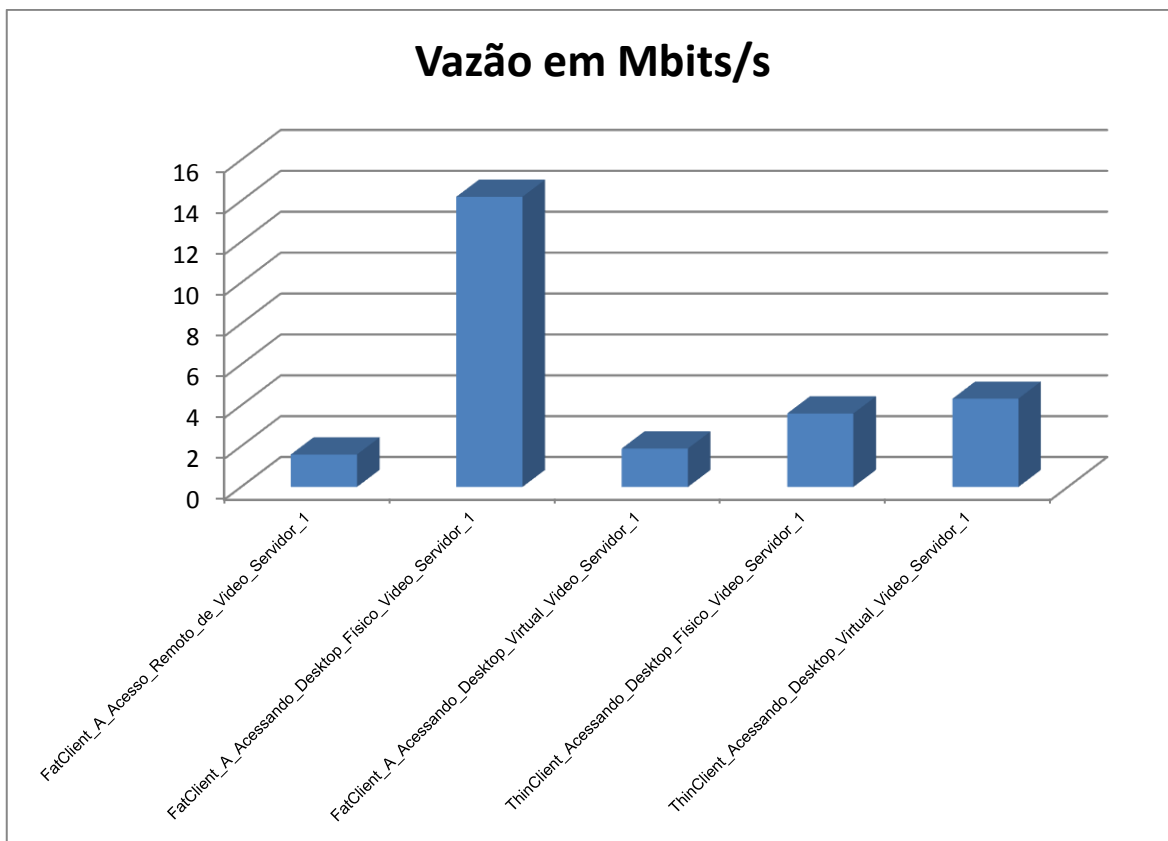


Figura 19: Resultados das Investigações Iniciais – Vídeo–Representação Gráfica.

Fonte: Adaptado de Impacto da Virtualização de Desktops... (OLIVEIRA *et al*,2012).

Tais resultados necessitam de interpretação e, a fim de atender a este objetivo, comparações relevantes estão colocadas a seguir.

A primeira comparação é o confronto entre um ambiente virtual e um físico, no qual a vazão média de uma estrutura com desktop local tradicional é colocada contra a de uma estrutura com desktop virtual. Sendo assim, se analisado o FatClient_A_Acesso_Remoto_de_Video_Servidor_1 com o FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 ambos com satisfatória qualidade de experiência para o usuário, observa-se que há um aumento no tráfego de 0,294 Mbps do primeiro para o segundo caso. E, uma vez que o FatClient_A_Acesso_Remoto_de_Video_Servidor_1 representa uma composição de desktop local e que o FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 constitui-se como uma estrutura de desktop virtual, nota-se que o custo ao se trocar a solução tradicional local pela VDI foi de 18,5% adicionais.

A segunda comparação diz respeito à variação do hardware local, isto é, trata da utilização do cliente robusto comparada ao emprego do cliente magro, ambos em ambiente VDI. Estas, estão classificadas em ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 para o cliente magro e em FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 para o cliente robusto. Nesta comparação, se tem que o *Thin Client* apresentou uma vazão de 4,326 Mbps enquanto que para o *Fat Client* se obteve 1,883 Mbps. Além disso, caracteriza-se que o cliente com hardware local reduzido apresenta uma qualidade da experiência contrária a do cliente robusto, sendo descrita como insatisfatória. Dessa forma, se demonstra que a vazão da rede com o uso do *Thin Client* foi cerca de 130% maior que com o *Fat Client*, com uma *QoE* pior.

A terceira comparação se traduz em uma aferição referente ao acesso remoto de uma máquina física versus o de uma máquina virtual. Nesta comparação, a vazão obtida para FatClient_A_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1 foi de 14,195 Mbps, enquanto que para o FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 ela foi de 1,883 Mbps, sendo que para esses dois *Setups* a *QoE* foi considerada como satisfatória. Com isto, se infere que realizar o acesso remoto a uma máquina virtual foi cerca de 87% menor (do ponto de vista do parâmetro vazão) que acessar remotamente uma máquina física. Ou seja, o acesso remoto a uma máquina física, para o caso estudado, foi cerca de 654% mais custoso, do ponto de vista da vazão, do que o acesso remoto a uma máquina virtual.

Todavia, é mandatório lembrar que tais comparações foram geradas a partir de somente um ensaio para cada caso, a fim de iniciar a discussão do tema proposto por este trabalho. Com o objetivo de trazer um nível de confiança mais elevado sobre os dados, experimentações com maiores números de ensaios e em diferentes *Setups* foram conduzidas e estão descritas dentro deste capítulo 5.

5.1.2 Investigações com Equipamento Industrial

As investigações com Equipamento Industrial se referem a *setups* utilizando o Servidor Tipo 2, descrito previamente. Com este equipamento, por razões de disponibilidade, somente foram conduzidos testes com a aplicação de

vídeo. Tais experimentações permitiram comparações diretas entre *Thin Client* e *Fat Client* acessando Desktop Virtual. Além desta abordagem, houve aferições entre o Acesso Remoto de Desktop Virtual versus Desktop Físico via Cliente Robusto. Estas medições de vazão estão descritas nos gráficos presentes em algumas das figuras a seguir. Adicionalmente, estão relatadas as percepções de desempenho no sentido de analisar a Qualidade da Experiência observada.

Três comparações foram realizadas, as duas primeiras utilizaram-se de trechos de vídeo de 20 minutos, subdivididos em análises de sessenta segundos. A terceira comparação tratou de um trecho de vídeo de dez minutos e foi analisado sem divisões, ou seja, se considerou somente toda a duração da reprodução do arquivo. A Figura 20 ilustra os resultados obtidos para a primeira comparação através de um gráfico com a vazão (em Mbps) representada no eixo y e os testes (numerados de 1 a 20) representados no eixo x.

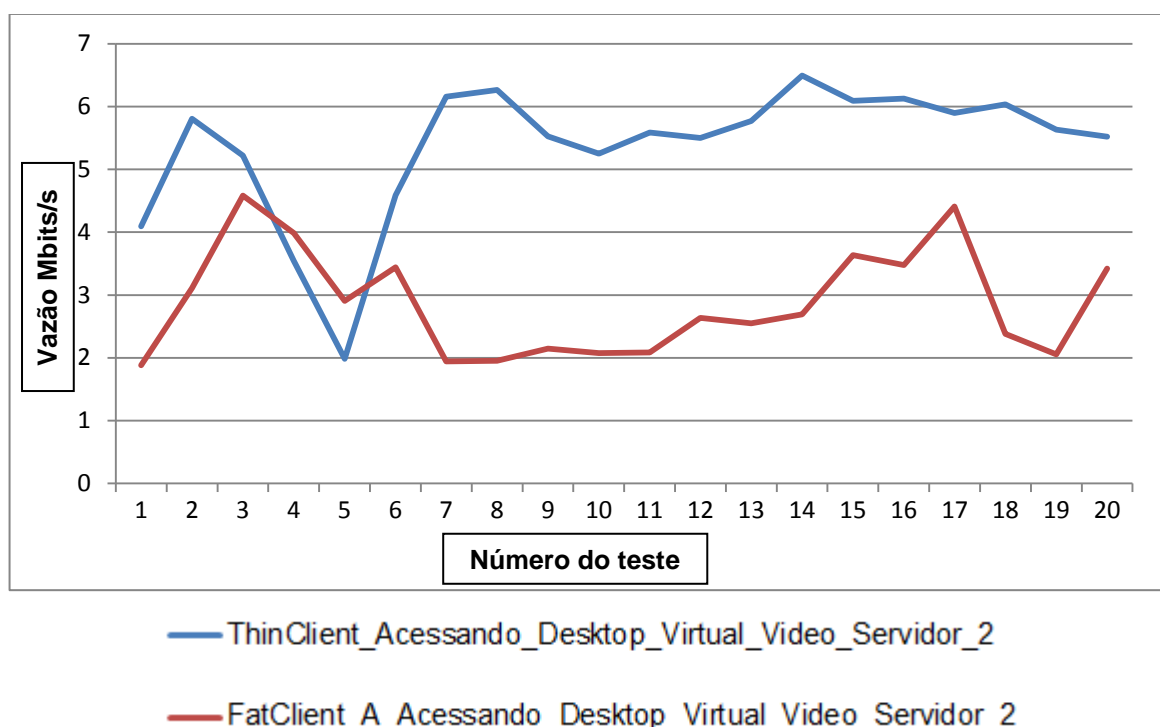


Figura 20: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – *Thin Client* versus *Fat Client*- Vídeo.

A Tabela 2 a seguir ilustra a vazão média para os 20 minutos de testes para cada um dos *Setups* estudados para esta primeira comparação.

Tabela 2: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – *Thin Client versus Fat Client – Vídeo - QoE*

Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	Vazão Média em Mbits/s	Desvio Padrão da Média (Vazão)	QoE para o usuário
ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2	5,4	0,24	Insatisfatória
FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2	2,8	0,19	Satisfatória

Com esta comparação entre cliente robusto e cliente magro em ambiente VDI com equipamento industrial, se torna possível pontuar algumas observações. Entre essas está o não atendimento de QoE para o usuário com a utilização do *Thin Client*, comportamento contrário ao do percebido com o *Fat Client* que atendeu de forma satisfatória este quesito. Além disso, o *throughput* médio dos ensaios com o emprego do *Thin Client* é, aproximadamente, 93% maior que com o uso do *Fat Client*. Ou seja, os testes com a montagem experimental denominada ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2 apresentaram uma vazão que é perto do dobro da obtida com FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2.

A Figura 21 ilustra os resultados obtidos para a segunda comparação através de um gráfico com a vazão (em Mbps) representada no eixo y e os testes (numerados de 1 a 20) representados no eixo x.

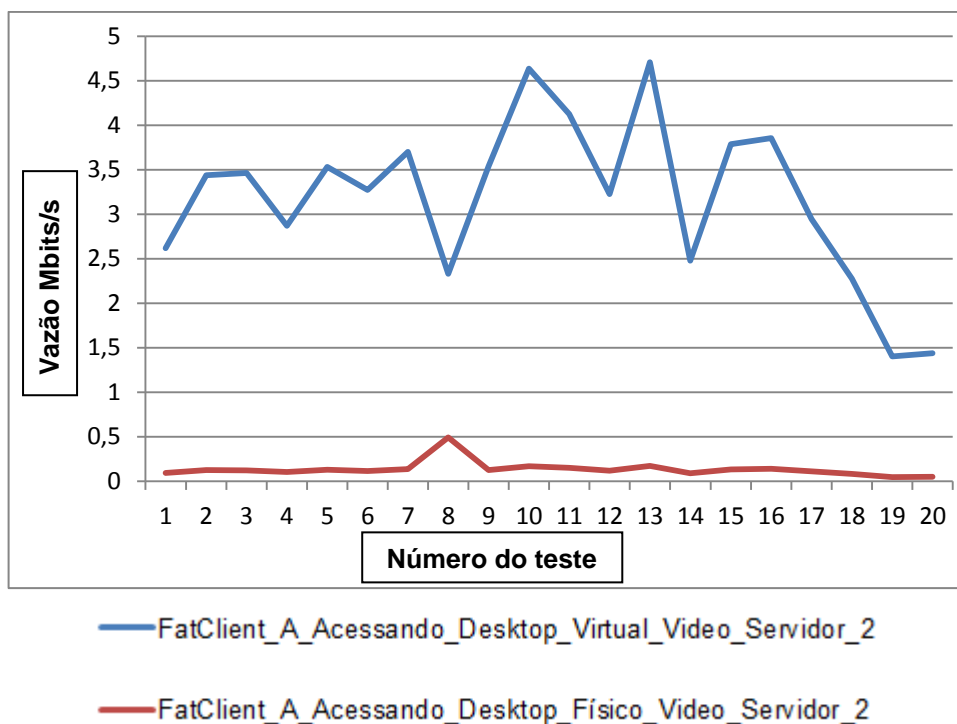


Figura 21: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico - Vídeo.

A Tabela 3 a seguir ilustra a vazão média para os 20 minutos de testes para cada um dos *Setups* estudados nesta segunda comparação.

Tabela 3: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo - QoE

Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	Vazão Média em Mbits/s	Desvio Padrão da Média (Vazão)	QoE para o usuário
FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2	3,20	0,20	Satisfatória
FatClient_A_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_2	0,14	0,02	Satisfatória

Neste segundo comparativo, entre os *Setups* FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2 e FatClient_A_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_2, houve uma comparação entre o acesso remoto a um desktop virtual e a um desktop físico.

Com estes ensaios, todos com cliente robusto, atribui-se que, na média, a vazão da rede que se utilizou de VDI é cerca de 23 vezes à da rede que acessou remotamente uma estrutura física. Já a qualidade da experiência percebida foi classificada como satisfatória para ambas as composições experimentais.

A Figura 22 refere-se à terceira comparação, isto é, ilustra a vazão média (em Mbps) para uma única medição de dois trechos de dez minutos contínuos do mesmo vídeo.

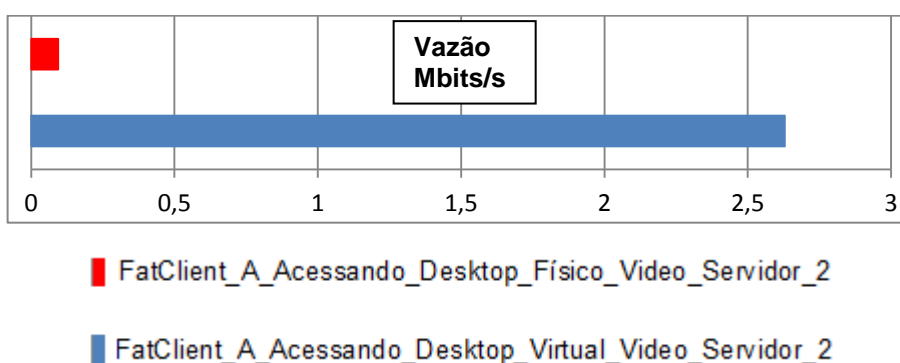


Figura 22: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo – Teste consolidado de 10 minutos.

A Tabela 4 a seguir ilustra os valores para esta terceira comparação, isto é, mostra a vazão média (em Mbps) para uma única medição de dois trechos de dez minutos contínuos do mesmo vídeo.

Tabela 4: Resultados das Investigações com Equipamento Industrial – Desktop Virtual versus Desktop Físico – Vídeo – Teste consolidado de 10 minutos – QoE

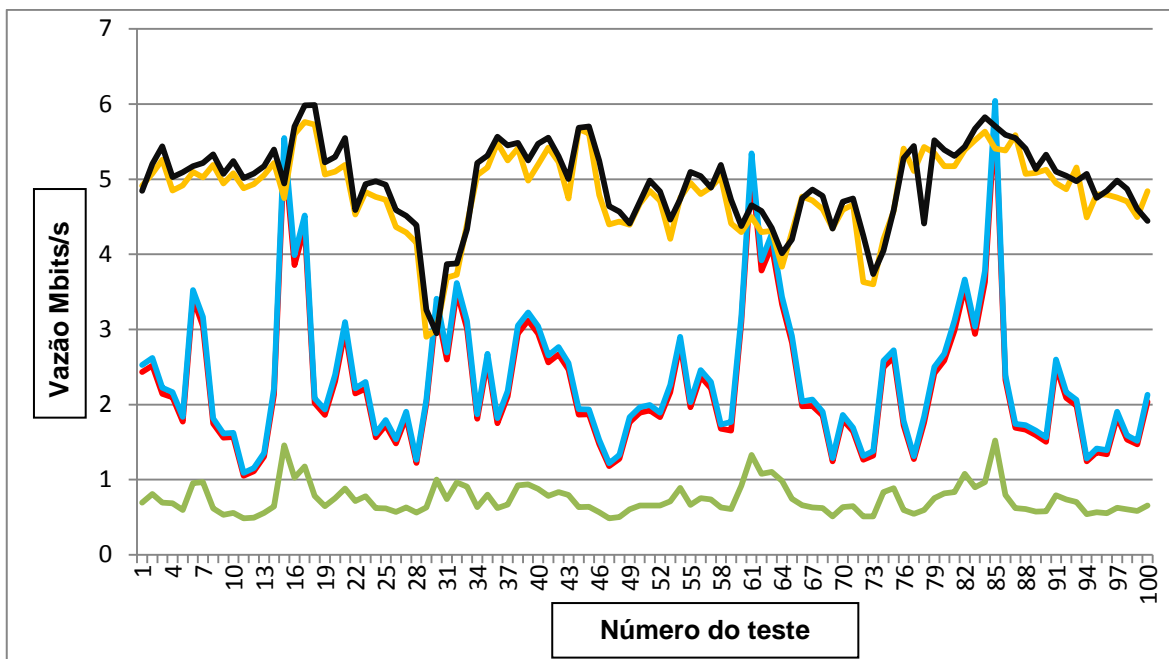
Estruturações – Setups do Experimento (Tipos)	Vazão em Mbits/s	QoE para o usuário
FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2	2,63	Satisfatória
FatClient_A_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_2	0,09	Satisfatória

Considerando os resultados expostos para os testes de 10 minutos, tem-se uma análise semelhante da contida no comparativo anterior. Ressalta-se a igualdade das estruturas experimentais: os *Setups* que também tratam do serviço de vídeo e do emprego do Fat Client, mas sem subdivisões e com um trecho menor. Isto é, um é de 20 minutos com subdivisões de 1 minuto nos arquivos de medição, e o outro 10 minutos em arquivo único. Nestes casos, é exibida uma vazão média consolidada de 2,63 Mbps para o tipo: FatClient_A_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_2 e de 0,09 Mbps para o tipo: FatClient_A_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_2. Isto significa que o acesso remoto à máquina virtual produziu uma vazão aproximadamente 28 vezes maior que no caso do acesso à máquina física no ambiente examinado.

5.1.3 Investigações com Maior Número de Amostras

Para a consolidação do conhecimento sobre o comportamento da vazão em redes com virtualização de desktops são necessárias maiores quantidades de amostras. Assim, 100 medições de 60 segundos cada, foram obtidas para a análise do serviço de vídeo.

Como já informado anteriormente, um vídeo contínuo, sem repetição de trechos, com duração de mais de cem minutos foi utilizado. As informações obtidas estão descritas somente graficamente como se segue. A Figura 23 ilustra os resultados obtidos, enquanto que a Tabela 5 apresenta a QoE verificada.



- FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1
- FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1
- FatClient_B_Streaming_Video_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1

Figura 23: Resultados das Investigações com Maior Número de Amostras - Vídeo.

**Tabela 5: Resultados das Investigações com Maior Número de Amostras –
Vídeo - QoE**

Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	Vazão Média em Mbits/s	Desvio Padrão da Média (Vazão)	QoE para o usuário
FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1	2,27530	0,0917	Satisfatória
FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1	2,35739	0,0948	Satisfatória
FatClient_B_Streaming_Video_Servidor_1	0,73757	0,0199	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Video_Servidor_1	4,82345	0,0540	Insatisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1	4,95285	0,0546	Insatisfatória

Os comparativos de vazão para o serviço de vídeo com uma quantidade significativa de amostras (superior à quantidade utilizada nas experimentações anteriores) colaboraram para a extração de informações relevantes ao tema. Além disso, possibilitam comparações similares as contidas nas investigações iniciais, permitindo aprofundamento devido ao maior número de dados.

Primeiramente, foi possível comparar uma estrutura local tradicional com uma que utiliza VDI. A diferença em relação às investigações iniciais é que desta vez se empregou, para a estrutura local clássica, a operação computacional denominada *Streaming* (Fluxo de Mídia). Dessa forma, se verificou que os valores referentes à vazão para uma composição local de desktop representam cerca de um terço da vazão requerida por uma implementação com VDI. Isto é, a vazão do *Setup FatClient_B_Streaming_Video_Servidor_1* é 69% menor que a do *FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1*. Lembra-se que para ambos os casos, a percepção de QoE para o usuário foi satisfatória.

Em um segundo momento, foi possível observar a relação comparativa obtida através da variação do equipamento local, ou seja, do hardware do cliente em ambientes com desktop virtualizado e com desktop físico. Tem-se que o custo na rede, em throughput médio, para os casos *FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1* e *FatClient_B_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1* é de aproximadamente 2,4 Mbps. Enquanto que para os casos *ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1* e *ThinClient_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1* tal valor é próximo de 5,0 Mbps. Também foi notado que o TC, nestes casos, propicia uma QoE insatisfatória e o FC gera o efeito oposto. Com isso, se observa que o emprego do cliente magro gerou mais que o dobro de vazão na rede em comparação com o cliente robusto, com uma QoE pior.

Para uma terceira consideração destes dados, se tem a questão do acesso remoto a uma máquina física versus o acesso remoto a uma máquina virtual. Para este diagnóstico, as medições obtidas não apresentaram alterações acentuadas

com a variação do acesso a um desktop virtual contra o acesso a um desktop físico. Isto se comprova ao se constatar que a variação em Mbps do FatClient_B_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1 para FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 apresentou um aumento de 3,6%. E, semelhantemente a este comparativo, o caso ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Video_Servidor_1 expõe um aumento de 2,6% com relação ao Setup ThinClient_Acessando_Desktop_Físico_Video_Servidor_1.

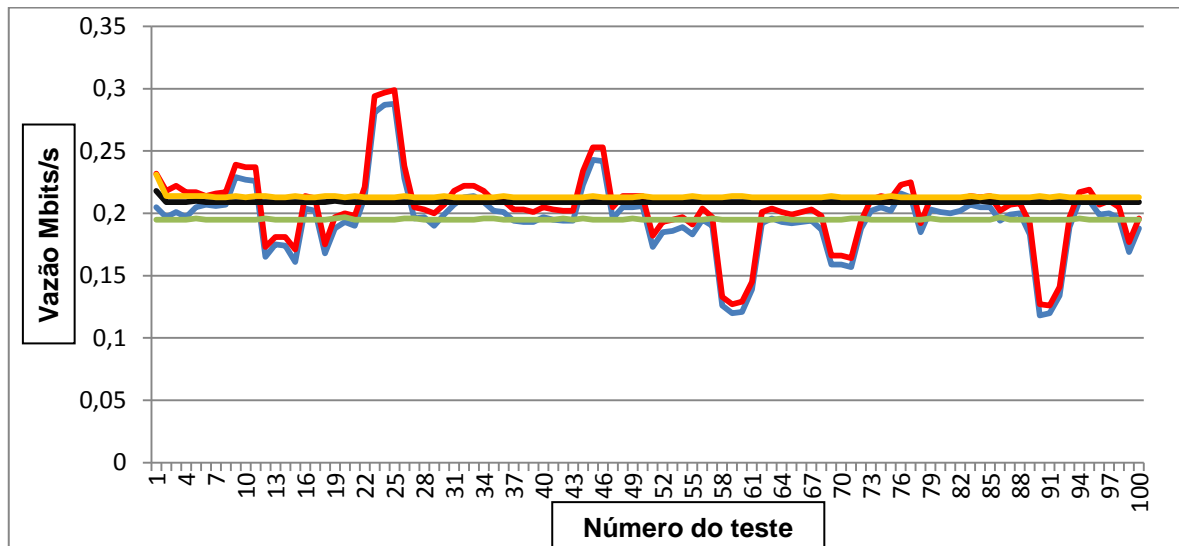
Explica-se que a diferença desses resultados com os obtidos para uma quantidade de amostras menor referentes às investigações iniciais se deve ao fato de que poucas amostras podem não representar a realidade, como foi o caso. Uma vez que somente após maiores quantidades de amostras se pôde delinear o real comportamento da vazão para estes ambientes. Enquanto que para os resultados obtidos em ambiente industrial, pode-se dizer que ele se assemelhou na questão da variação do *hardware* local (comparativo cliente robusto x cliente 'magro'). E, no quesito do acesso remoto de máquina virtual *versus* máquina física tem-se que, provavelmente exista alguma característica que colabora para que esta dê prioridade ao acesso da máquina física, privilegiando o acesso do administrador do sistema. Vale lembrar que um servidor corporativo, geralmente fica dentro de um *data-center* e o suporte a ele normalmente é prestado por profissionais que ficam geograficamente em outros locais, dependendo de uma rede para realizar manutenções na máquina.

5.2. Áudio

Os testes para o serviço de áudio foram realizados de forma idêntica ao último teste de vídeo descrito. Com isto, apresentou-se também um número significativo de amostras e utilizou-se dos mesmos equipamentos em montagens idênticas, modificando somente o serviço para áudio.

O arquivo de áudio utilizado para reprodução contava com mais de 100 minutos de duração, sendo que as medidas da vazão foram obtidas para cada intervalo de um minuto. Isto foi executado para os primeiros cem minutos

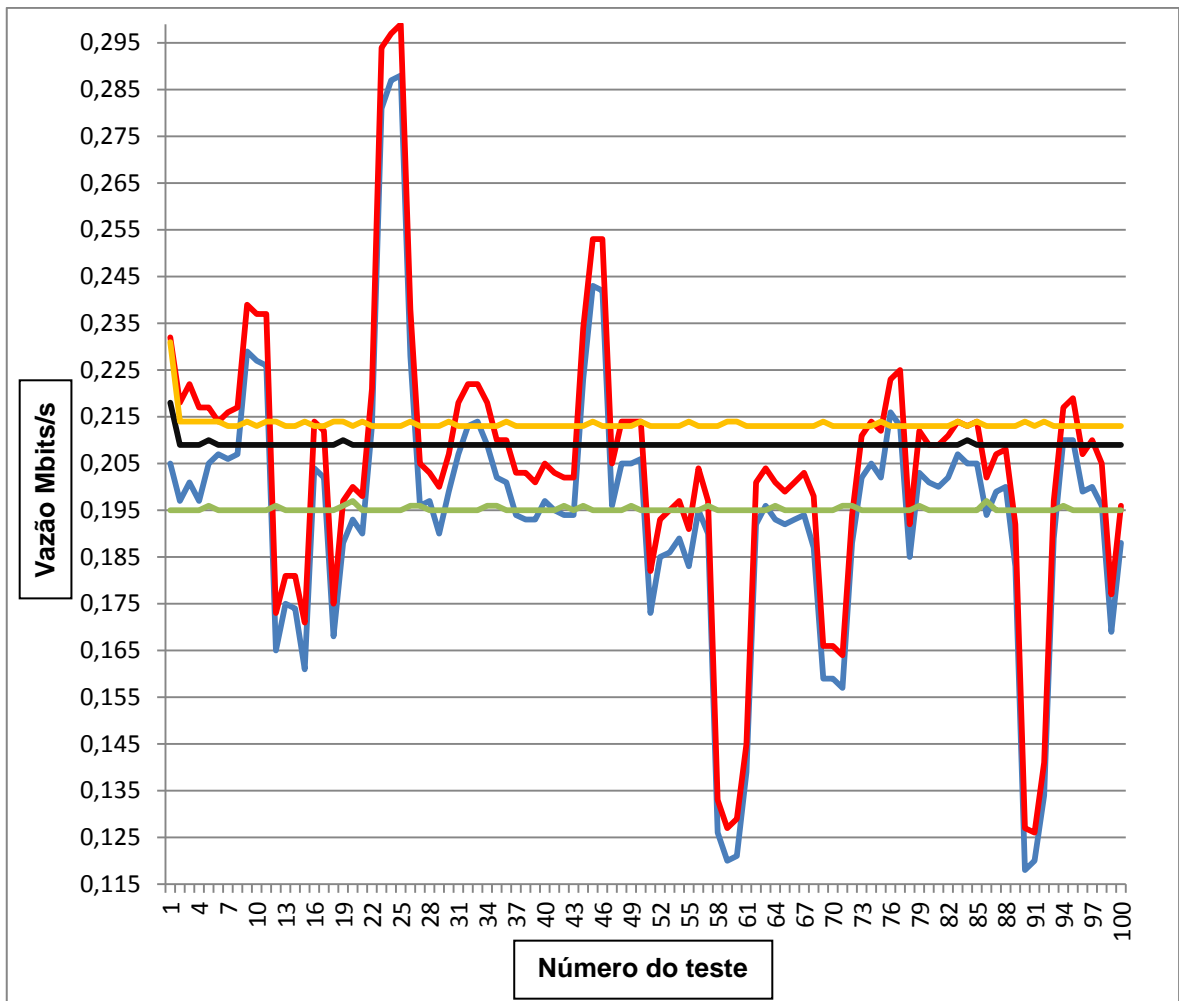
(duração dos testes). Os valores apresentados se referem à média da vazão para cada bloco de tempo de sessenta segundos. As Figuras 24 e 25 e a Tabela 6 apresentam os resultados obtidos para o serviço de Áudio.



- FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1
- FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1
- FatClient_B_Streaming_Audio_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1

Figura 24: Resultados das Investigações – Audio.

A seguir a Figura 25 apresenta o mesmo gráfico em uma escala que permite a visualização das curvas de forma mais aparente.



- FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1
- FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1
- FatClient_B_Streaming_Audio_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1

Figura 25: Resultados das Investigações com perspectiva diferente – Audio.

A seguir a Tabela 6 apresenta a Qualidade da Experiência e a Vazão Média representada nos gráficos anteriores.

Tabela 6: Resultados das Investigações – Audio - QoE

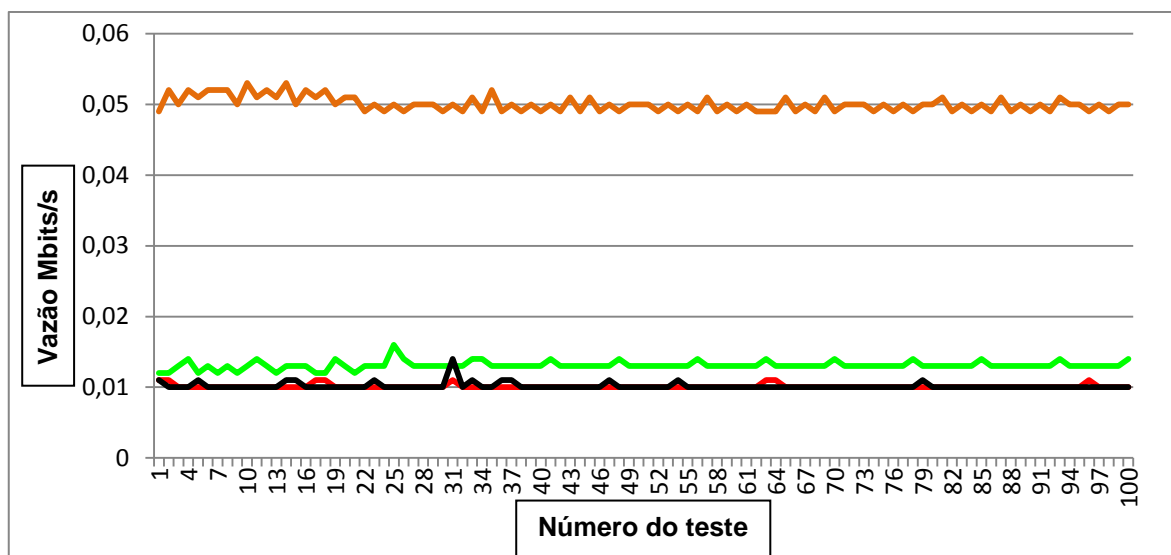
Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	Vazão Média em Mbits/s	Desvio Padrão da Média (Vazão)	QoE para o usuário
FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1	0,19504	0,00288989	Satisfatória
FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1	0,20418	0,00299489	Satisfatória
FatClient_B_Streaming_Audio_Servidor_1	0,19520	4,4947E-05	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Audio_Servidor_1	0,20912	9,1320E-05	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Audio_Servidor_1	0,21344	0,00018275	Satisfatória

A característica marcante deste bloco de experimentações é a percepção da qualidade de experiência proporcionada. Esta é classificada como transparente, sendo tipificada como satisfatória para todos os *Setups* que analisaram o serviço de áudio. Secundariamente, uma leitura visual que se faz dos dados obtidos da monitoração da vazão, demonstra valores próximos para este parâmetro de qualidade de serviço. Isto se revela de maneira explícita ao se calcular que a diferença entre o maior e o menor *throughput* é de 0,0184 Mbps, um valor que representa cerca de 8% do maior para o menor consumo. Além disso, se nota também que todas as vazões médias apresentaram valores similares. Tais vazões médias estão até 4%, aproximadamente, a mais ou a menos distantes da média geral de 0,203396 Mbps calculada a partir de todas as estruturações presentes na avaliação para este serviço.

5.3. Texto

A ferramenta do Bloco de Notas especifica o serviço de texto testado neste trabalho. Nota-se que a operação de *streaming* não tem aplicabilidade para este tipo de serviço, uma vez que *streaming* é utilizado exclusivamente para fluxo de mídia. Sendo assim, restam quatro montagens experimentais para observar o serviço estudado. As Figura 26, juntamente com a Tabela 7 ilustram a vazão e a QoE para esse serviço.

É importante ressaltar que foram realizados testes com 100 minutos de duração, segmentados em cem medidas iguais. Além disso, foram utilizados os mesmos equipamentos de *hardware* presentes no diagnóstico para o serviço de áudio.



- FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Texto_Servidor_1
- FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Texto_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Texto_Servidor_1
- ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Texto_Servidor_1

Figura 26: Resultados das Investigações – Texto.

Tabela 7: Resultados das Investigações – Texto – QoE

Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	Vazão Média em Mbits/s	Desvio Padrão da Média (Vazão)	QoE para o usuário
FatClient_B_Acessando_Desktop_Fisico_Texto_Servidor_1	0,01309	5,70221E-05	Satisfatória
FatClient_B_Acessando_Desktop_Virtual_Texto_Servidor_1	0,05003	0,000102942	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Fisico_Texto_Servidor_1	0,01008	2,7266E-05	Satisfatória
ThinClient_Acessando_Desktop_Virtual_Texto_Servidor_1	0,01015	0,000050	Satisfatória

Para os resultados coletados referentes ao serviço de texto, se torna claro o atendimento da qualidade de experiência para o usuário, classificada como satisfatória. Além disso, o serviço de texto apresentou vazões pequenas, quando comparado aos serviços analisados anteriormente, sendo que, considerando todos os casos testados, apresentou uma vazão média de 0,02084 Mbps. Além deste diagnóstico, se faz necessário pontuar a questão de que este parâmetro de QoS, *throughput*, tende a ser baixo e também variar pouco. Isto, pois na média geral da vazão dos quatro *Setups*, o valor apresentado se mantém com pouca variação e baixo valor, correspondendo a aproximadamente 2% de 1 Mbps, ou 0,02 Mbps.

5.4. Navegação (*Web Browser*)

Para a análise do serviço de navegação se conduziu duas tipificações de testes. Uma primeira, com duração de dez minutos, subdivididos em medições a cada sessenta segundos. E uma outra, também de 10 minutos, mas sem subdivisões, se obtendo resultados conjugados.

Na verificação deste serviço, se valeu do mesmo ferramental de *hardware* e *software* presentes nos testes de texto. Todavia, houve a substituição da aplicação de texto pela ferramenta de *software* chamada de *Web Browser*. A operação, como previamente descrita, visou acessar páginas de forma aleatória, simulando a atividade de um usuário do sistema. A Figura 27 a seguir traduz as medições de vazão obtidas para o primeiro tipo supracitado (subdividido) e as exibe em gráfico. A Figura 28 mostra os bytes trafegados durante os 600 segundos de cada *setup* para o segundo tipo informado. Já a Tabela 8 apresenta as percepções referentes à qualidade da experiência, que valem para ambas as classificações.

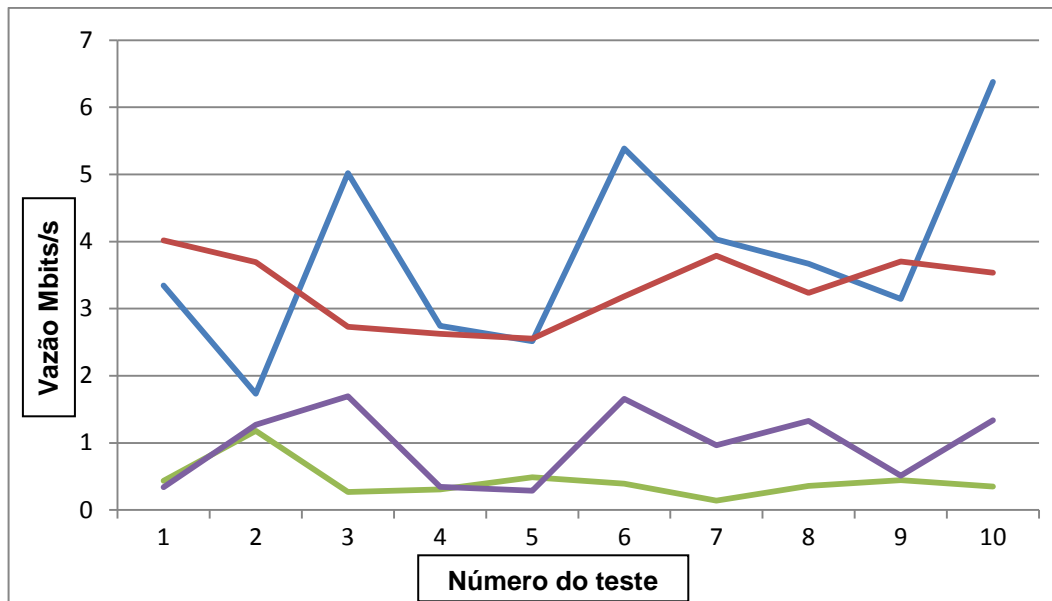


Figura 27: Resultados das Investigações – Web.

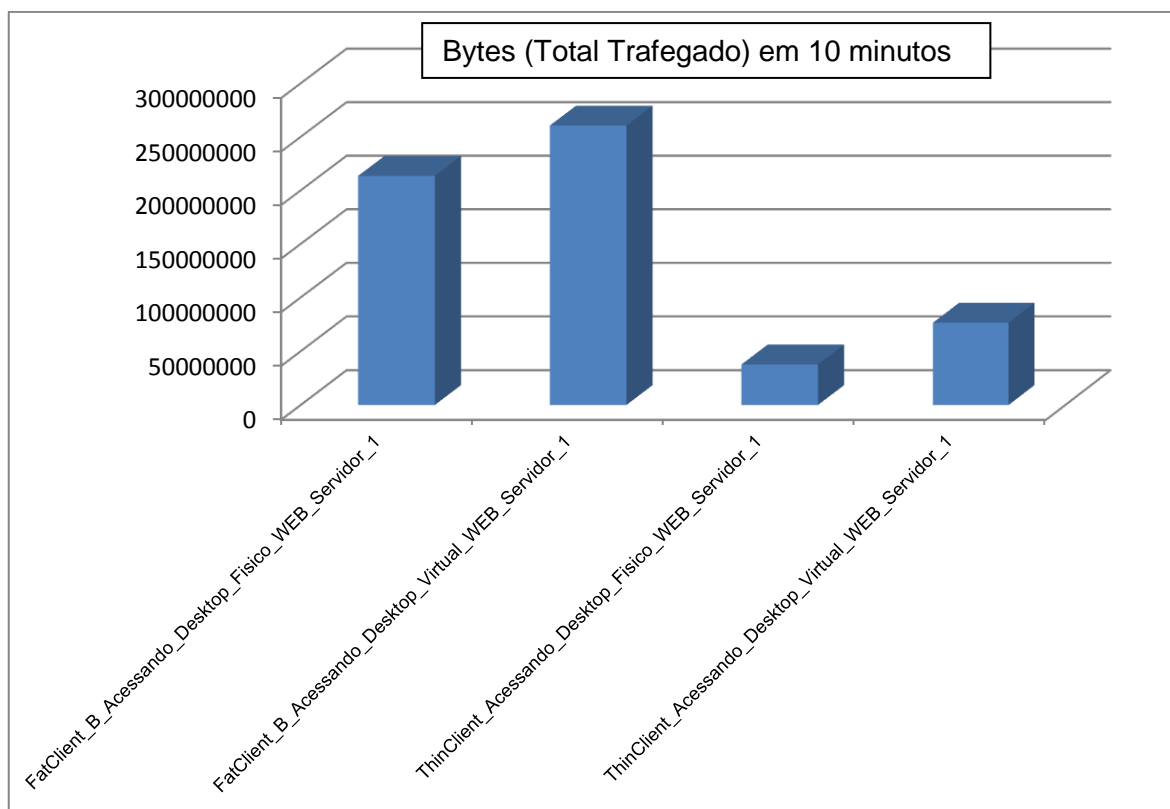


Figura 28: Resultados das Investigações – Web – Trafego Total.

Tabela 8: Resultados das Investigações – Web – QoE

Estruturações - Setups do Experimento (Tipos)	QoE para o usuário
Fat Client_B_Acessando_Desktop_Físico_WEB_Servidor_1	Satisfatória
Fat Client_B_Acessando_Desktop_Virtual_WEB_Servidor_1	Satisfatória
Thin Client_Acessando_Desktop_Físico_WEB_Servidor_1	Satisfatória - com ressalvas
Thin Client_Acessando_Desktop_Virtual_WEB_Servidor_1	Satisfatória – com ressalvas

Para os ensaios em que se avaliou a navegação, os resultados capturados instigaram algumas comparações. A principal versa sobre a vazão dos *setups* com *Fat Client* contra a vazão com emprego do cliente magro. Os resultados apresentam uma vazão aproximadamente 3 vezes maior para o cliente robusto em relação ao *Thin Client*. Todavia, para compreender o motivo deste comportamento é necessário observar que os ensaios com o FC possibilitaram acesso a mais conteúdo em menores períodos de tempo em comparação aos com uso do TC. Complementando, o TC acessou menos páginas em maiores

períodos de tempo, demandando menos dados na rede, por limitação, não por decisão do condutor dos testes. Isto porque a performance do *Thin Client*, no que se refere à Qualidade da Experiência, foi Satisfatória, mas com ressalvas. Isto, porque ela se apresentou funcional, porém com rolagem de tela mais lenta que a do Cliente Robusto. Nos testes conduzidos, é visível a diferença entre acessar um conteúdo via *Web Browser* entre as duas tipificações de clientes. Observou-se ainda que, para páginas com conteúdo exclusivo em texto o *Thin Client* provê uma Qualidade de Experiência idêntica ao *Fat Client*. E que esta qualidade, em termos do tempo para rolagem e carregamento da tela, se distancia de acordo com o aumento da quantidade de imagens e conteúdo multimídia presentes na página.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pôde-se observar os impactos da variação de aplicações e de *hardware* local na vazão de redes de computadores com virtualização de desktops.

Com isso, pode-se ponderar a viabilidade do uso da tecnologia de virtualização de desktops no que diz respeito ao custo da rede (em termos do parâmetro vazão), por serviço de *software* e por cliente local de acesso. Inclui-se, também, a questão do *hardware* presente no servidor.

Vale ressaltar que todas estas características estão entrelaçadas, pois tratam de um mesmo sistema de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Entretanto, antes de se atribuir interpretações sobre os efeitos descritos na seção resultados desse trabalho é necessário lembrar as vantagens pela qual a VDI é escolhida atualmente. Assim, se traçam as diversas ramificações que os impactos analisados nessa dissertação atingem.

A chamada Infraestrutura de Desktop Virtual tem como principal impulsionador o controle sobre os computadores pessoais, uma vez que traz esta parte substancial do parque tecnológico de uma organização para dentro do *datacenter*. Neste processo, o domínio sobre os PCs é maximizado, trazendo prerrogativas positivas sobre os dados. Tais benefícios são tangentes, sobretudo, à segurança, disponibilidade, integridade e confiabilidade das informações. Porém, ao se fisicamente colocar as informações em um local e se criar a necessidade de acessá-lo em outro, se faz imprescindível conhecer o comportamento do canal de comunicação, sendo que este trabalho analisou seu comportamento (com relação à vazão) para diferentes serviços e para variados equipamentos em uma rede IEEE 802.3.

A principal conclusão desta pesquisa foi a de que uma rede de computadores que fornece comunicação a soluções VDI sofre impactos relevantes, ligados diretamente à aplicação utilizada e ao cliente de acesso empregado. Com as investigações executadas, demonstrou-se que o cliente local, ou *hardware* local, não é 'transparente'. Isto é, o emprego de um equipamento ou

outro, como cliente, afeta tanto a qualidade da experiência provida ao usuário quanto a rede (para o caso de redes IEEE 802.3), dependendo do serviço usado. Assim, uma escolha de equipamento que não atenda de maneira satisfatória a QoE pode inviabilizar todo o sistema de VDI. Em relação à viabilidade, de forma específica para cada serviço, com o emprego de *Thin Client* e *Fat Client*, com o balanço dos efeitos na vazão e na QoE, pode-se fazer as considerações a seguir.

O primeiro serviço, vídeo, apresentou a maior demanda por vazão em relação aos demais serviços para todos os casos investigados. Outra característica observada pelo vídeo foi a insatisfatória (baixa) qualidade de experiência proporcionada ao usuário em todas as ocasiões em que se utilizou *hardware* reduzido no cliente. Os comparativos entre estrutura convencional e VDI mostraram que o custo da virtualização de desktops é significativo para vídeo, uma vez que o *throughput* médio no caso de utilização de DV foi mais que o triplo do que no caso em que se utilizou o desktop convencional.

Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que a VDI é totalmente dependente de interação do usuário. E isso impossibilita o emprego de artifícios que demandem menos QoS da rede, como a *bufferização*. Quanto ao desempenho do cliente magro para esta aplicação com VDI, há que se notar que além de resultar em QoE insatisfatória, tal emprego exigiu uma vazão que, na média, foi o dobro da requerida pelo cliente robusto. Com isso, se vê de forma objetiva que não é vantajoso em relação à carga na rede empregar *hardware* local reduzido para o cliente de acesso para o serviço de vídeo, sob pena de adicionar um alto custo (em termos de vazão) a rede e ainda produzir uma qualidade de experiência que não atende as necessidades desta aplicação.

O segundo serviço, áudio, reproduziu um som com QoE satisfatória para todos os ensaios de todas as estruturas apreciadas e com baixa vazão. Este parâmetro, na média, apresentou variações mínimas permanecendo constante durante a maior parte dos testes. Já a redução do *hardware* local com uso do *Thin Client* foi considerada aplicável, uma vez que resultou em um desempenho imperceptível em comparação com o cliente robusto em todas as composições analisadas. Sendo assim, explica-se que o serviço de áudio quando utilizado em

solução de virtualização de desktops não acarreta custos altos à rede e permite variação de cliente local sem prejuízos à qualidade de experiência.

O terceiro serviço, texto, seguiu as tendências do serviço de áudio, apresentando uma excelente QoE e uma vazão baixa, além de também suportar o uso de cliente magro como equipamento de acesso. O termo ‘transparente’, utilizado para descrever comportamento no qual não se vê mudança de uma situação para outra se aplicou nos testes com esse serviço. Isto, pois tanto de estrutura remota física para virtualizada, quanto de *Thin Client* para *Fat Client* não houve mudanças na rede ou no desempenho dessa ferramenta de software. Com isto, se instiga a aplicação de VDI para variados tipos de produtos de software que somente lidam basicamente com texto, como os conhecidos ERPs (ex: SAP, Datasul, etc.) e Groupwares (ex: ICQ, msn, Outlook, etc.).

O quarto serviço, navegação via *Web Browser*, delineou um quadro de QoE e de *throughput* diferenciado. O que ocorreu foi que a vazão apresentou variações de acordo com tipo de cliente de acesso empregado. O TC demanda cerca de um terço da vazão apresentada pelo cliente robusto. Para as análises de desempenho por percepção da QoE, o *Fat Client* demonstrou-se totalmente satisfatório, transparente. Já com o *Thin Client*, observou-se algo novo, uma espécie de meio-termo no quesito de performance da qualidade de experiência. Isto é, durante os ensaios, a rolagem e as mudanças de página funcionavam, porém, em períodos de tempo maiores em relação aos testes conduzidos com o cliente robusto. Além disso, notou-se que este tempo adicional se reduzia de acordo com a diminuição de conteúdos gráficos na página. E, se a página não contiver material desta natureza, o comportamento de QoE e de vazão se aproximará do FC. Se pontua também que o desempenho mais acelerado do FC permitiu acesso a mais informações, culminando com maior tráfego na rede de comunicação. Em vista destes resultados, conclui-se que o serviço de navegação consome vazão da rede de forma significativa e que esta se altera de acordo com a quantidade e tipo de conteúdo acessado. Além disso, se evidencia que o emprego do *hardware* reduzido no cliente deve se alinhar ao tipo de conteúdo que será acessado. Ou seja, se o usuário precisa acessar aplicações que são textuais, como notícias, livros e email, o TC pode ser uma escolha interessante.

Mas, se a necessidade for por conteúdo gráfico como imagens e vídeos, aconselha-se a escolha do cliente robusto. Vale lembrar que atualmente uma variedade de ferramentas de software podem ser executadas em plataforma Web. Então, se o acesso via *Thin Client* é pretendido, desenhar uma interface gráfica simples deve ser mandatário. Isto é, este trabalho serve também como um indicador para questão do desenvolvimento de aplicações de software, colocando na análise de requisitos a questão da IDV e do *hardware* local pretendido como cliente de acesso.

Em face do exposto, reafirma-se que esta dissertação buscou apresentar a viabilidade de soluções de maneira expositiva. Com este trabalho, se demonstrou o custo da virtualização de desktops para diversas ambientações de *hardware* e aplicações de *software*, no tocante à carga da rede. Buscou-se prover embasamento para um tema que está na agenda corporativa atual e cujo conhecimento sobre seus impactos ainda são uma dúvida. Esta pesquisa evidenciou estes efeitos para diversos serviços comuns aos usuários de computadores e para diversos clientes de acesso. Com isto, foi possível apontar a viabilidade de se utilizar VDI para variadas finalidades, sendo esta a principal contribuição da pesquisa descrita.

Para trabalhos futuros, se avalia que é interessante capturar e analisar outros parâmetros de qualidade de serviço como *jitter*, latência e perdas. Enxerga-se também a possibilidade de variar o tipo de canal, como redes sem fio e óticas, além de aumentar a complexidade da rede, majorando o número de elementos de clientes e de nós na rede como roteadores intermediários.

REFERÊNCIAS

ADAMS & MCKEE; 2011. Latency and Network Jitter. NYSE Euronext. Disponível em: <<http://www.latencystats.com/blog/latency-and-network-jitter>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

BRASIL ESCOLA; 2012. Física - Ondas: Acústica. BrasilEscola.com. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/acustica.htm>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

CHUNG, L.; 2012. Client-Server Architecture. Dallas, University of Texas : Computer Science Program. Disponível em: <<http://www.utdallas.edu/~chung/SA/2client.pdf>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

CITRIX; 2009. What is XenDesktop? - CITRIX TV. Citrix Systems Inc. Disponível em: <<http://www.citrix.com/products/xendesktop/overview.html#video-launcher-lightbox-a9bf02>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

CITRIX; 2011. Desktop virtualization and security: a global market research report. Citrix Systems Inc. Disponível em: <http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/additional/Security_Index_Whitepaper.pdf>. Acesso em: 19 Abr. 2012.

COMPUTERWORLD; 2007. Mais da metade das empresas do mundo utiliza virtualização de servidores. COMPUTERWORLD - O PORTA-VOZ DO MERCADO DE TI E COMUNICAÇÃO. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/tecnologia/2007/02/13/idgnoticia.2007-02-13.3843095754/>>. Acesso em: 17 Abr. 2012.

DELL; 2012 A. Computador Vostro260s Slim. Dell Inc. Disponível em: <<http://www.dell.com/br/empresa/p/vostro-260s/pd?c=br&cs=brbsdt1&l=pt&s=bsd&~ck=mn&ST=dell%20vostro%20260&dgc=ST&cid=62305&lid=1563031>>. Acesso em: 26 Abr. 2012.

DELL; 2012 B. Notebook Dell Inspiron N4050. Dell Inc. Disponível em: <<http://www.dell.com/br/p/inspiron-14-intel-n4050/pd?c=br&cs=brdhs1&l=pt&s=dhs&~ck=mn>>. Acesso em: 26 Abr. 2012.

DELL; 2012 C. Notebook Dell Alienware M11x.Dell Inc. Disponível em: <<http://www.dell.com/br/p/alienware-m11x-r3/pd>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

FISCHER, E.; 2012. The Evolution of Character Codes. Disponível em: <<http://www.transbay.net/~enf/ascii/ascii.pdf>>. Acesso em: 13 Dez. 2012.

FRANK & ALTHOEN, 1994. Statistics: Concepts and Applications Workbook - 1st Edition. England - United Kingdom, Editora: Cambridge University Press, 896p. ISBN: 052144554X, 9780521445542.

GARTNER; 2012. Magic Quadrant for x86 Server Virtualization Infrastructure. Gartner Inc. Bittman, T. *et al.* Disponível em: <<http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1B2IRYF&ct=120626&st=sg>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

GELATT, R.; 1977. Fabulous Phonograph, 1877 to 1977 - 2nd Edition. England - United Kingdom, Editora: Littlehampton Book Services Ltd, 352p. ISBN: 0304299049, 9780304299041.

GRAND, M.; 1993. MIME Overview. Disponível em: <<http://mgrand.home.mindspring.com/mime.html>>. Acesso em: 13 Dez. 2012.

HOOPES, J.; 2009.Virtualization for Security: Including Sandboxing, Disaster Recovery, High Availability, Forensic Analysis, and Honeypotting – 1stEdition. Burlington - United States of America, Editora: Elsevier Inc. - Syngress Publishing Inc., 357p. ISBN: 1597493058, 9781597493055.

IBM; 1964. IBM Archives: System/360 Announcement. International Business Machines Corporation. Disponível em: <http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PR360.html>. Acesso em: 19 Out. 2012.

IBM; 2012. Systems Software Information Center: Virtual systems overview. International Business Machines Corporation. Disponível em: <<http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/eserver/v1r2/index.jsp?topic=%2Faicay%2Faicayvservers.htm>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

INTEL; 2012. Intel Timeline: A History of Innovation - Intel Museum, Corporate Information, History. Intel Corporation. Disponível em: <http://www.intel.com/content/www/us/en/history/historic-timeline.html?iid=about%20ln_history>. Acesso em: 20 Out. 2012.

ITU; 2007. Definition of Quality-of-Experience. International Telecommunication Union: ITU-T Recommendation P.10/G.100 – Amendment 1, New Appendix I. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-P.10-200701-S!Amd1/en>>. Acesso em: 07 Nov. 2012.

KALUNGA; 2012. Cabo de rede RJ45. Kalunga Comércio e Indústria Gráfica Ltda. Disponível em: <<http://www.kalunga.com.br/prod/cabo-de-rede-rj45-5mt-multi/162220>>. Acesso em: 26 Abr. 2012.

LIVING INTERNET, 2000. Web Browser History. Living Internet. Disponível em: <<http://www.livinginternet.com/about.htm>>. Acesso em: 13 Dez. 2012.

MENASCÉ, D.; 2008. Citação em Artigo de MATTOS, D.: Virtualização: VMWare e Xen. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Centro de Tecnologia DEL - Departamento de Engenharia Eletrônica e de Computação. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/virtual/artigo.pdf>. Acesso em: 17 Abr. 2012.

MENASCÉ, D.; 2005. VIRTUALIZATION: CONCEPTS, APPLICATIONS, AND PERFORMANCE MODELING. Computer Measurement Group Conference 2005 - George Mason University: Department of Computer Science. Disponível em: <<http://www.cs.gmu.edu/~menasce/papers/menasce-cmg05-virtualization.pdf>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

MESSINA, D.; 2011. Por que projetos de virtualização de desktops falham?. CIO - Estratégias de negócios e TI para líderes corporativos. Disponível em: <<http://cio.uol.com.br/gestao/2011/02/21/por-que-projetos-de-virtualizacao-de-desktops-falham/>>. Acesso em: 17 Abr. 2012.

MICROSOFT; 2011 A. Microsoft Desktop Virtualization Overview - White Paper. Microsoft Corporation. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/en-us/windows/enterprise/products-and-technologies/virtualization/default.aspx>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

MICROSOFT; 2011 B. Microsoft Showcase: Desktop Virtualization Introduction. Microsoft Corporation. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/en-us/showcase/details.aspx?uuid=94c79656-743f-44a8-b5da-903f5f730374>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

MICROSOFT; 2012. AVI RIFF File Reference. Microsoft Corporation. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms779636%28VS.85%29.aspx>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

MUSMANN, H.; 2006. Genesis of the MP3 Audio Coding Standard. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 52, No. 3, AUGUST 2006.

NATALICIO, et al; 2011. Conceitos de Redes. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Faculdade de Ciência da Computação. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/conceitosderedes/home>>. Acesso em: 20 Out. 2012.

NESSEN, J.; 2011. Virtual Desktop Infrastructure: Why Your Next Desktop Will Be Virtual. Eweek - QuinStreet Inc. Disponível em: <<http://www.eweeek.com/c/a/Virtualization/Virtual-Desktop-Infrastructure-Why-Your-Next-Desktop-Will-Be-Virtual-391833/>>. Acesso em: 15 Out. 2012.

NET COMPUTER; 2011. Net Computer NC600W. NET COMPUTER TECHNOLOGY CO. Disponível em: <<http://thinsoft.en.gongchang.com/product/437102>>. Acesso em: 25 Jun. 2011.

NORMAN, J.; 2012. The First Electronic Television Camera (1923). Jeremy Norman & Co., Inc. Disponível em: <<http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=694>>. Acesso em 13 Dez. 2012.

NORTEL, et al; 2006. Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements. DSL Forum: Technical Report - TR 126, WT - 126. Disponível em: <<http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-126.pdf>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

OKABAYASHI, et al; 2011. TR1 - Conceitos de Redes. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Faculdade de Ciência da Computação. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/tr1conceitosderedes/>>. Acesso: 20 Out. 2012.

OLIVEIRA, et al.; 2011. BENEFÍCIOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM O USO DE THIN CLIENTS EM UMA ARQUITETURA CLIENTE SERVIDOR. COBENGE 2011 - XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - Artigo 1888. ISSN/ISBN: 9788576852360.

OLIVEIRA, et al.; 2012. Impacto da Virtualização de Desktops em Redes de Computadores, Observando Parâmetros de Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade da Experiência (QoE). VII (7º) Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. ISSN/ISBN: 2175 - 1897.

SILVA, D.; 2004.. Análise de Qualidade de Serviço em Redes Corporativas - Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Computação. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000359191&fd=y>>. Acesso em: 19 Abr. 2012.

STRACHEY, C.; 1959. Time sharing in large, fast computers. IFIP Congress 1959: 336-341. Disponível em: <<http://www.infnet.edu.br/desktopmodules/tipoevento/slides/Virtualiza%C3%A7%C3%A3o%20em%20Sistemas%20Computacionais.pdf>>. Acesso em: 19. Out. 2012.

TANENBAUM & WETHERALL; 2010. Computer Networks 5th Edition. New Jersey, United States of America. Editora: Prentice Hall, 960p. ISBN: 0132126958, 978-0132126953.

TECHNAVIO; 2012. Global Virtual Desktop Infrastructure Market 2011-2015. Infiniti Research Limited. Disponível em: <<http://www.technavio.com/content/global-virtual-desktop-infrastructure-market-2011-2015>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

TELECO; 2008. Seção: Tutoriais Banda Larga - IPTV: Qualidade de Experiência. TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialqosqoe/pagina_3.asp>. Acesso em: 19 Abr. 2012.

THIBODEAU, P.; 2011. Server virtualization pushes storage demand to new highs. Computer World, Disponível em: <http://www.computerworld.com/s/article/9220008/Server_virtualization_pushes_storage_demand_to_new_highs>. Acesso em: 14 Set. 2012.

VERAS, M.; 2011. Virtualização: componente central do Datacenter - 1ª Edição. Rio de Janeiro - Brasil, Editora: Brasport, 364p. ISBN: 9788574524672.

VIRTUE IT; 2012. Virtualização de Desktops. Virtue IT - Simplificando Desafios. Disponível em: <http://www.virtueit.com.br/site/?page_id=459>. Acesso em: 26 Abr. 2012.

VMWARE; 2012 A. Virtualization History, Virtual Machine, Server Consolidation. VMware, Inc. Disponível em: <<http://www.vmware.com/virtualization/history.html>>. Acesso em: 19 Out. 2012.

VMWARE; 2012 B. Desktop Virtualization Products. VMware Inc. Disponível em: <http://www.vmware.com/products/desktop_virtualization/>. Acesso em: 19 Out. 2012.

WIRESHARK FOUNDATION; 2012. WIRESHARK - Go Deep - The Word's Foremost Network Protocol Analyzer. WireShark Foundation. Disponível em: <<http://www.wireshark.org/docs/>>. Acesso em: 20 Out. 2012.

WUO, W.; 2000. A física e os livros: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio - 1ª Edição. São Paulo - Brasil, Editora: EPUC - Editora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 180p. ISBN: 8528302202, 9788528302202.

W3C, 2004. Change History for HTTP. W3c org. Disponível em: <<http://www.w3.org/Protocols/History.html>>. Acesso em: 13 Dez. 2012.

ANEXO A – TRABALHOS PUBLICADOS E SUBMETIDOS

Trabalhos diretamente relacionados à dissertação:

Submetido:

IMPACTS OF APPLICATION USAGE AND LOCAL HARDWARE ON THE THROUGHPUT OF COMPUTER NETWORKS WITH DESKTOP VIRTUALIZATION. American Journal of Applied Sciences, United States: New York - NY. ISSN/ISBN: 1546-9239 | e-ISSN: 1554-3641 (artigo nº 3402-AJAS). OLIVEIRA, V. C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. . Submissão em 15/09/2012, avaliação inicial completada em 30/10/2012, artigo com as revisões pedidas enviado e em processo.

Publicados:

BENEFÍCIOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM O USO DE *THIN CLIENTS* EM UMA ARQUITETURA CLIENTE SERVIDOR. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2011, Brasil: BLUMENAU - SC. ISSN/ISBN: 9788576852360 (artigo nº1888). OLIVEIRA, V. C. ; PROCOPIO, E. T. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. .

Impacto da Virtualização de Desktops em Redes de Computadores, Observando Parâmetros de Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade da Experiência (QoE). VII (7º) Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza - FATEC SP (Faculdades de Tecnologia de São Paulo) - 2012, Brasil: São Paulo - SP. ISSN/ISBN: 21751897 (artigo nº107420, SBC - JEMS). OLIVEIRA, V. C. ; CURA JUNIOR, C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. .

Método de Identificação de Modelo de Consumo de Energia em Função de Parâmetros de Qualidade de Serviço em Redes WiFi. VI (6º) Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza - FATEC SP (Faculdades de Tecnologia de São Paulo) - 2011, Brasil: São Paulo - SP. ISSN/ISBN: 21751897 (artigo nº v.94293). Biazotto, L. H. ; PROCOPIO, E. T ; OLIVEIRA, V. C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. .

Implementação de medidor de energia elétrica em plataforma de hardware livre para estudo do comportamento de redes inteligentes. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2011, Brasil: BLUMENAU - SC. ISSN/ISBN: 9788576852360 (artigo nº1934). PROCOPIO, E. T ; OLIVEIRA, V. C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. .

Trabalhos publicados não relacionados diretamente à dissertação:

Um modelo de maturidade para interoperabilidade técnica nas ações de governo eletrônico. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2011, Brasil: BLUMENAU - SC. ISSN/ISBN: 9788576852360 (artigo nº1949). Corrêa, A. S. ; OLIVEIRA, V. C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M.

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA MANTER A DISPONIBILIDADE DOS SISTEMAS CRÍTICOS DE NEGÓCIO. SEGeT - IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012. Brasil: Resende – RJ. ISSN/ISBN: 1807409X (artigo nº 48816746). BECKER, M. ; CRUZ, M. P. ; OLIVEIRA, V. C. ; BIANCHINI, D.

Aplicação de Redes de Sensores Sem Fio na Gestão de Redes Inteligentes. VI (6º) Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza - FATEC SP (Faculdades de Tecnologia de São Paulo) - 2011, Brasil: São Paulo - SP. ISSN/ISBN: 21751897 (artigo nº v.93889). PROCOPIO, E. T ; OLIVEIRA, V. C. ; MOTA, A. A. ; MOTA, L. T. M. .