JORGE LUIZ SILVA BARROS

PROPOSTA DE MÉTODO PARA ANÁLISE TÉCNICA DE REDE PARA
IMPLANTAÇÃO DE SERVIÇOS IPTV

São Paulo
2011

JORGE LUIZ SILVA BARROS

PROPOSTA DE MÉTODO PARA ANÁLISE TÉCNICA DE REDE PARA
IMPLANTAÇÃO DE SERVIÇOS IPTV

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Sistemas Digitais

Orientador:
Prof. Dr. Marco Túlio Carvalho
de Andrade

São Paulo
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Barros, Jorge Luiz Silva

Proposta de método para análise técnica de rede para implantação de serviços IPTV / J.L.S. Barros. -- São Paulo, 2011. 82 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1.Redes de computadores 2.Redes multimidia 3.Análise de requisitos 4.Convergência I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

Dedicatória

Dedico está dissertação de mestrado as pessoas que sempre me incentivaram, em especial minha mãe, pai e esposa.

Obrigado sempre!

Agradecimentos

Mais uma etapa sendo concluída, com muita dificuldade, obstáculos e desafios, que só com a ajuda de familiares, amigos e principalmente de Deus que você consegue superar tudo isso.

Gostaria de agradecer o apoio de minha esposa Lanna, minha mãe Raimunda Barros, meu pai Luiz Carlos, minha irmã Elisângela Barros, meus filhos Luana e Luiz Eduardo, meu amigo Ednaldo Coelho, meu orientador professor Marco Túlio de Carvalho de Andrade e ao professor Denis Gabos pelo apoio e colaboração.

Aos meus colegas do mestrado, professores que muito contribuíram para meu aprendizado e aos professores Fernando Redígolo e Denis Gabos que participaram do exame de qualificação.

A Suframa pelo patrocínio financeiro do Minter; a Fapeam pelas bolsas para cumprimento do estágio obrigatório; a Capes pela criação e regulamentação do Minter e a UEA por gerar as condições e propiciar o oferecimento do programa de Pós da EPUSP em Manaus.

Ao Diretor Mário Bessa e aos professores da Escola Superior de Tecnologia (EST-UEA) pelo apoio na conclusão do mestrado em especial as professoras Danielle Valente e Áurea Melo.

Aos colegas do KNOMA – Laboratório de Engenharia de Conhecimento em especial Fábio, Maria de Lourdes e a secretária do LARC Ana Maria, que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

E agradecer em especial ao coordenador do PoP-Am Lindomar, Gerson do CPD da UEA, aos professores Pio da UFAM e Antenor Filho da UEA que contribuíram para realização deste trabalho.

E agradecer principalmente a Deus que me fortaleceu, me conduziu de tal maneira para obter a conclusão do curso.

Resumo

Discute-se neste trabalho a importância de um método para análise técnica de uma dada infraestrutura visto a necessidade atual pela busca do aproveitamento de estruturas já existentes. Cada vez mais empresas buscam agregar serviços multimídia (voz, vídeo e dados) à sua estrutura corporativa, integrando a empresa como um todo, reduzindo custos e aproveitando a infraestrutura de comunicação existente. Com essa perspectiva, o trabalho propõe um método para avaliação técnica que determine, se uma infraestrutura instalada suportaria os requisitos necessários para oferecer os serviços da tecnologia IPTV, baseando-se na avaliação dos requisitos dos parâmetros de QoS quando implementado estes serviços.

Abstract

The importance of a method is discussed in this work for technical analysis of a given infrastructure when the current necessity was seen by the search of the use of already existent structures. More and more enterprises look for collect services multimedia (voice, video and data) to his corporative structure, integrating the enterprise as a whole, reducing costs and leveraging the infrastructure of existent communication. With this perspective, this paper proposes a method for technical evaluation that it determines, if a given installed infrastructure will support the necessary requisites to offer the services of the IPTV technology, being based on the evaluation of the requisites of the parameters of QoS when these services were implemented.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Arquitetura IPTV (Traduzido de Fergutz, 2007)	20
Figura 2 - Exemplo de redes convergentes (UEA, 2008)	23
Figura 3 - Variação do atraso (Maia, 2009)	27
Figura 4 - Atividades de um roteador. (GABOS, 2009)	29
Figura 5 - QoS fim a fim. (GABOS, 2009)	30
Figura 6 - Arquitetura <i>IntServ</i> (MELO - 2009).....	31
Figura 7 - Sinalização RSVP (Viana,Et.al, 2000)	32
Figura 8 - Campo ToS do pacote IP	33
Figura 9 - Arquitetura DiffServ (GABOS,2009).....	34
Figura 10 - Etapas do método proposto	37
Figura 11 - Etapa levantamento das informações	38
Figura 12 - Exemplo de mapa da rede	44
Figura 13 - Etapa caracterização do tráfego na rede	44
Figura 14 - Etapa definição do projeto lógico	52
Figura 15 - Rede modelo hierárquico	53
Figura 16 - Equipamentos e componentes de rede envolvidos na QoS (MARTINS, 1999)	59
Figura 17 - Distribuição dos PoP's	60
Figura 18 - Cenário atual do panorama da rede Ipê.....	61
Figura 19 - Topologia da rede	62
Figura 20 - Mapa de rede atual	66
Figura 21 - Mapa de Rede UFAM-Biotecnologia /UEA-EST	70
Figura 22 - Mapa de Rede das Aplicações Antigas.....	71
Figura 23 - Análise Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM – Biotecnologia.....	71
Figura 24 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia.....	72
Figura 25 - Análise vazão, jitter e perda de pacotes PoP-AM via UEA-EST	72
Figura 26 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST.....	72
Figura 27 - Mapa de Rede das Aplicações Novas	73
Figura 28 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM – Biotecnologia- Aplicação Vídeo ao Vivo.....	74

Figura 29 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia - Aplicação Vídeo ao Vivo	74
Figura 30 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM – Biotecnologia - Aplicação VoD	74
Figura 31 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia Aplicação VoD	74
Figura 32 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UEA-EST Aplicação Vídeo ao Vivo	75
Figura 33 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST.....	75
Figura 34 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UEA-EST Aplicação VoD.....	75
Figura 35 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST.....	76
Figura 36 - Análise da perda de pacotes.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Serviços e requisitos de vazão, delay, jitter e perda de pacotes	22
Quadro 2 - Sensibilidade dos tipos de serviços relacionado aos parâmetros de QoS.....	28
Quadro 3 - Roteiro para coleta de informações do cliente	39
Quadro 4 - Roteiro para coleta de informação da estrutura organizacional	40
Quadro 5 - Características das aplicações utilizadas na rede.....	41
Quadro 6 - Informações a serem representadas no mapa de rede.....	43
Quadro 7 - Comunidades de usuários.....	45
Quadro 8 - Quadro de rotas e volume de tráfegos	46
Quadro 9 - Modelos de fluxos de dados e características.....	46
Quadro 10 - Características das aplicações utilizadas.....	47
Quadro 11 - Tamanho médio de mensagens por tipo de objeto	48
Quadro 12 - Overhead de mensagens por tipo de protocolo de roteamento	48
Quadro 13 - Lista de verificação de requisitos de tráfego	49
Quadro 14 - Aspectos de escalabilidade.....	50
Quadro 15 - Endereços privativos reservados	55
Quadro 16 - Exemplo de quadro de decisão.....	56
Quadro 17 - Informações coletadas sobre o negócio do cliente.....	62
Quadro 18 - Informações coletadas sobre a estrutura organizacional	63
Quadro 19 - Características das aplicações utilizadas na rede.....	63
Quadro 20 - Parque dos equipamentos instalados	67
Quadro 21 - Comunidade de usuários	68
Quadro 22 - Características das aplicações utilizadas na rede.....	68
Quadro 23 - Requisitos de QoS para aplicações em IPTV	69
Quadro 24 - Análise aplicações antigas	73
Quadro 25 - Análise aplicações novas	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DIFFSERV	Service Differentiated
DSCP	Differentiated Service Code Point
Gbps	Gigabit por segundo ou bilhões de bits por segundo
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IGMP	Internet Group Management Protocol
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol
INTSERV	Service Integrated
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
ISO	International Standards Organization
ISP	Internet Service Provider
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization
Mbps	Megabit por segundo ou milhões de bits por segundo
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPLS	Multiprotocol Label Switching
OSI	Open Systems Interconnect
OSPF	Open Shortest Path First
PLC	Power Line Communications
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RFC	Request for Comments
RIP	Routing Information Protocol
RTP	Real Time Transport Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
VoD	Vídeo sob Demanda
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voz sobre IP
VPN	Redes Privadas Virtuais
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

WAN

Wide Area Networks

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVO.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
1.4	ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DO TRABALHO	18
2	CONCEITOS.....	19
2.1	TECNOLOGIA IPTV	19
2.2	REQUISITOS DE QoS	22
2.3	REDES CONVERGENTES	22
2.4	MECANISMOS DE CONTROLE DE QoS	29
2.4.1	Protocolo RTP	29
2.4.2	Arquiteturas completas borda a borda.....	30
2.4.2.1	Arquitetura <i>IntServ</i>	31
2.4.2.2	Arquitetura <i>DiffServ</i>	32
2.4.2.3	Comparação das Arquiteturas <i>IntServ</i> e <i>DiffServ</i>	34
3	MÉTODO PROPOSTO	36
3.1	OBJETIVOS DO MÉTODO PROPOSTO	36
3.2	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES	37
3.2.1	Identificação das necessidades e objetivos do cliente	38
3.2.1.1	Conhecendo o negócio do cliente	39
3.2.1.2	Conhecendo a estrutura organizacional do cliente.....	39
3.2.1.3	Identificando o objetivo do negócio	40
3.2.1.4	Identificando o escopo da nova rede.....	40
3.2.2	Caracterização da rede existente.....	42
3.2.3	Caracterização do tráfego na rede	44
3.2.3.1	Caracterização dos tipos de tráfego.....	46
3.3	ANÁLISE DE REQUISITOS	49
3.4	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QoS	51
3.5	DIAGNÓSTICO	51
3.6	DEFINIÇÃO DO PROJETO LÓGICO.....	51
3.6.1	Definição da Topologia da Rede	52

3.6.2	Projeto do esquema de endereçamento.....	54
3.6.3	Definição dos protocolos de <i>switching</i> e roteamento.....	55
3.6.4	Definição dos mecanismos para controle de QoS fim a fim	58
3.7	ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	59
4	APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	60
4.1	Descrição do cenário.....	60
4.2	Identificação das necessidades e objetivos do cliente	62
4.3	Caracterização da rede existente.....	63
4.4	Caracterização do tráfego na rede	67
4.5	Avaliação dos parâmetros de QoS.....	69
4.6	Diagnóstico.....	76
4.6.1	Análise dos resultados	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5.1	Cumprimentos dos objetivos	78
5.2	Contribuições	78
5.3	Conclusões.....	78
5.4	Trabalhos futuros.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

Com a introdução da tecnologia de vídeo digital as operadoras tem a oportunidade de oferecer um serviço de TV sobre uma rede IP (*Internet Protocol*), conhecido como IPTV (*Internet Protocol Television*), é um sistema o qual o serviço de televisão digital é entregue utilizando o protocolo IP sobre uma infra-estrutura de redes. A demanda por serviços de telefonia, Internet e TV por assinatura exige das operadoras a busca por soluções de rede que permitam a prestação do serviço de vídeo, voz e dados denominado *triple-play*.

Existem desafios por parte das operadoras ao oferecer este serviço devido ao tráfego gerado pelas aplicações multimídias onde as mesmas possuem requisitos de qualidade de serviço (QoS) que não são encontradas em aplicações convencionais.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é propor um método para análise técnica que avalie, se uma infraestrutura instalada suportaria os serviços da tecnologia IPTV, baseado na avaliação dos requisitos dos parâmetros de QoS ao implementar estes serviços, usando como prova de conceito a estrutura disponível da RNP conhecida como rede Ipê por meio do PoP-Am (Ponto de Presença do Amazonas),UFAM (Universidade Federal do Amazonas e a UEA (Universidade do Estado do Amazonas).

1.2 JUSTIFICATIVA

A oferta de serviços personalizáveis e de conteúdos diferenciados por usuário aumenta os requisitos dos usuários dessa rede. Ao invés do que acontece hoje nos fornecedores de televisão por cabo cujos modelos de subscrição passam normalmente por canais pré-definidos, em IPTV será possível que o cliente escolha e personalize o conjunto de canais e serviços que deseja.

O fato de ser um sistema totalmente baseado em tecnologia IP permite a oferta de uma gama muito maior de serviços, desde os mais comuns (Vídeo sob demanda, Vídeo gravadores Pessoais, compras *on-line*, e *Banking*, entre outros) até serviços cada vez mais personalizados e interativos e que exploram a vertente social (*Chat`s* de canais). Essa facilidade de personalização de aplicações multimídias fará com que a rede sofra alterações freqüentes de carga exigindo bastante de sua infraestrutura, uma vez que cada ambiente tem seus problemas. Dessa maneira será útil um modelo para análise técnica mais criteriosa do impacto dessas aplicações sobre o QoS oferecido e se a infra-estrutura instalada suportará os serviços.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O documento da dissertação do mestrado está organizado com os seguintes capítulos:

O capítulo introdutório aborda o objetivo, justificativa e o estudo bibliográfico do trabalho, ou seja, a fronteira do conhecimento.

O capítulo 2 - Conceitos: descreve os conceitos, redes convergentes, serviços oferecidos pela tecnologia IPTV e requisitos de QoS.

O capítulo 3 – Método proposto: neste capítulo será apresentado o método proposto, objetivos do método, visão geral do método e suas respectivas etapas que farão parte do modelo para análise técnica do referido trabalho.

O capítulo 4 – Aplicação e validação do método proposto: Neste capítulo será feita a aplicação do método no cenário da estrutura disponível na UEA e UFAM e validação e por fim a conclusão do método proposto.

O capítulo 5 - Considerações finais: neste capítulo será avaliado os cumprimentos dos objetivos, as contribuições, conclusões e trabalhos futuros e na sequência a lista de referências, ou seja, a bibliografia utilizada no trabalho.

1.4 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DO TRABALHO

Nessa seção serão abordadas algumas contribuições relacionadas ao trabalho como as dissertações de Bonis (2006) e Zapater (2007). As respectivas contribuições descrevem o uso de metodologias, ferramenta e análise técnico-econômica de projeto de redes.

Bonis (2006) contribui com uma metodologia para avaliação e projeto de modernização de redes locais de computadores. O autor faz uma adaptação da metodologia apresentada anteriormente dando um enfoque em um projeto para elaboração, modernização e expansão de redes locais de computadores, propondo um roteiro abrangente para o levantamento e tratamento das informações referentes ao funcionamento de uma rede de computadores de uma determinada empresa. O trabalho organiza os processos de tal forma que contribua na tomada de decisão e oriente os interessados na escolha de alternativas tecnológicas.

Outra contribuição é de Zapater (2007) que propõe uma metodologia para análise técnico-econômica da introdução de serviços IPTV por operadoras de telecomunicações com a finalidade de avaliar e planejar de maneira organizada e sistematizada a implementação dos serviços de IPTV nas operadoras, definindo através da metodologia proposta subsídios necessários para delinear a estrutura tecnológica e verificar a viabilidade econômica do serviço oferecido. Outra contribuição de Zapater (2007) está relacionada com os conceitos descritos sobre a tecnologia IPTV, perfis de tráfego, e segundo Zapater (2007) as redes IP não oferecem garantia de qualidade de serviço, para tornar uma infra-estrutura capaz de suportar serviços multimídias se faz necessário o uso de mecanismos para implementação de QoS, mecanismos que serão abordados mais adiante.

Referente ao uso de mecanismos temos a contribuição de Melo (2005) que faz um estudo da utilização de mecanismos de QoS em redes de banda estreita.

O autor realiza um estudo de viabilidade implementando a arquitetura DiffServ em um ambiente de rede o qual faz experimentos e são manipulados os mecanismos de classificação, controle de congestionamento e policiamento e conformação de tráfego.

2 CONCEITOS

Nesse capítulo será abordado o embasamento teórico do trabalho iniciando com os conceitos referentes a tecnologia IPTV, serviços oferecidos, conceitos de redes convergentes, os principais parâmetros da qualidade de serviço, os mecanismos de controle de QoS, as arquiteturas para prover QoS, dando ênfase nas arquiteturas *IntServ* (Serviços Integrados) e *DiffServ* (Serviços Diferenciados).

2.1 TECNOLOGIA IPTV

Internet Protocol Television (IPTV) é um sistema onde um serviço de televisão digital é entregue utilizando o protocolo IP sobre uma infra-estrutura de redes. Ele abrange tanto a TV ao vivo como vídeo armazenado, utilizando um serviço de internet de alta velocidade, enviando imagens com padrões de nível definidos e provendo o serviço de *triple play*, ou seja, é um serviço que combina voz, dados e vídeo sob um único canal de comunicação de banda larga (UILECAN; ZHOU; ATKIN, 2007).

Segundo Redígolo (2008) Um sistema de IPTV faz o uso de uma rede banda larga privativa e disponibiliza os serviços de televisão via TCP/IP, ao integrar a mídia televisiva a uma conexão de dados, o usuário pode ter serviços com valores agregados, tais como: TV interativa e personalização do conteúdo.

As redes IP atuais oferecem um serviço de entrega de pacotes chamado de "melhor esforço", que não oferece garantias de QoS para seus usuários.

O retardo, a perda de pacotes e a capacidade de transmissão da rede são muito importantes para as aplicações de IPTV, uma vez que estas redes podem tolerar pequenas perdas de pacotes, em contrapartida impõem restrições severas de temporização ou de capacidade mínima de transmissão para garantir sua própria viabilidade.

A combinação do binômio IP+TV é expressão do conceito da convergência multimídia: voz, vídeo e dados. Em um sistema de IPTV, os objetos multimídia são codificados em algum ponto e encapsulado em pacotes IP para então serem

distribuídos pela rede. A codificação pode ser feita em MPEG-2¹, MPEG-4 e H.264. Como os pacotes de vídeo circulam na rede juntamente com pacotes de voz e dados, um esquema de QoS pode e deve ser aplicado para garantir uma boa qualidade do vídeo para os clientes, tal como vídeos sem travamentos, atrasos ou erros (KIM et al.,2005).

Segundo Thomson (2006), uma rede de IPTV consiste em quatro elementos principais, que são mostrados na Figura 1. De acordo com a arquitetura veremos como o serviço é entregue aos clientes, descrevendo cada bloco funcional.

Figura 1 - Arquitetura IPTV (Traduzido de Fergutz, 2007)

- Fonte de Conteúdo

É onde o vídeo é capturado e tratado antes de ser enviado através da rede IP. A fonte de conteúdo é responsável pela codificação no formato MPEG-2 ou MPEG-4 e encapsulamento em pacotes IP.

- Nós de Serviço

Ponto de entrada para o conteúdo de mídia vindo de diferentes fontes para serem multiplexados² dentro da rede de dados, reformatados e encapsulados para serem transmitidos com apropriada qualidade de serviço.

- Redes de Acesso

¹ MPEG-2 / MPEG-4 / H-264 São padrões de codificação utilizado nos sistemas de vídeo digital.

² Multiplexação é uma técnica que permite que transmissões independentes sejam realizadas utilizando o mesmo meio de transmissão.

A rede de acesso conecta o fornecedor de serviço com a casa do assinante, devendo ser através de uma tecnologia de banda larga.

- Rede Doméstica

A rede doméstica é a rede interna do usuário. Ela pode ligar os outros equipamentos da casa à rede, tal como telefone VoIP, conectividade à Internet, caracterizando o cenário *triple play*. Ela distribui os serviços de IPTV em toda a casa.

A oferta de serviços oferecidos pela tecnologia IPTV permitem um conjunto de serviços que vai além dos serviços tradicionais de vídeo e os mesmos podem ser classificados nas seguintes categorias: vídeo, áudio, comunicação, entretenimento, comércio e utilitários. Com essa gama de serviços oferecidos o IPTV impulsionou a chamada convergência [Zapater 2007].

- Serviços de Vídeo

- *Video on Demand*: VoD (vídeo sob demanda) é um serviço onde o conteúdo é preparado e entregue pelo provedor de conteúdo para a recuperação, que é recebido e armazenado pelo fornecedor de serviços o usuário final pode então selecionar e recuperar tais conteúdos deste armazenamento, a qualquer momento, de acordo com às restrições previstas pela proteção de conteúdo [Martins 2005].

- *Live TV*: TV ao vivo, refere-se às transmissões de um fluxo contínuo de áudio/vídeo controlado pelo provedor de serviço, ao contrário do vídeo sob demanda, que o fluxo é iniciado e controlado pelo usuário.

- Serviços de Áudio

- Broadcast de música: canais de música oferecidos pelas operadoras e estações de rádio tradicionais.

- Música sob demanda: serviço semelhante ao vídeo sob demanda, que permite ao usuário selecionar as músicas de sua preferência.

- Comunicação

Os serviços de comunicação permitem que as operadoras adicionem funcionalidades nos serviços de telefonia e Internet. Como por exemplo: vídeo-conferência e navegação *Web* via TV.

- Entretenimento

Nesse tipo de serviço são oferecidos jogos, apostas e karaokê.

- Comércio

Esse tipo de serviço está relacionado ao comércio de bens e serviços utilizando como interface a televisão, uma vez que possui uma ferramenta adaptada a fim de realizar a interatividade via TV.

- Utilitários

São serviços prestados ao público corporativo e residencial, dentre os quais se pode destacar: vigilância, *e-learning*, automação residencial entre outros.

2.2 REQUISITOS DE QoS

De acordo com as categorias de serviços oferecidos pela tecnologia IPTV os requisitos que serão utilizados para determinado parâmetro de QoS afim de validar o método proposto são os seguintes [Melo 2005]:

Quadro 1 - Serviços e requisitos de vazão, delay, jitter e perda de pacotes

Serviços/Requisitos	Vazão	Delay	Jitter	Perda de Pacotes
VoD	384 Kbps até 1,5 Mbps	4s e 5 s	300 ms	< 1%
Vídeo (IPTV)	1 Mbps	3s e 5s	30 ms	< 0,5%
Vídeo conferência	64 Kbps até 8 Mbps	150 ms	30 ms	< 0,5%
Voz (telefonia)	90 Kbps	150 ms	< = 150 ms	< = 0,25 %

2.3 REDES CONVERGENTES

Segundo Bonis (2006) a convergência pode ser definida da seguinte forma.

A “Convergência” descreve um ambiente de rede onde a transmissão de voz, vídeo e dados são integrados em um sistema unificado também conhecido como rede de “multiserviços”. Mais especificamente, esta rede é baseada no padrão de protocolo IP, usando a mesma arquitetura da

Internet. Esta característica permite que empresas utilizem serviços como telefonia IP (também chamado de Voz sobre IP ou VoIP), mensagens unificadas (voz e email), vídeo conferência, e um variedade de outras aplicações, integrando a comunicação de voz, vídeo e dados (BONIS, 2006).

Para o autor, a maioria das empresas possui redes separadas para prover os serviços de voz, vídeo e dados, possuindo equipes de técnicos para manutenção, desenvolvimento, gerenciamento. Devido à convergência em um único sistema as empresas passarão a ter somente o custo de um projeto unificado de infra-estrutura, desenvolvimento, manutenção, gerenciamento e suporte.

A Figura 2 visualiza-se um exemplo de diversos componentes e serviços utilizados em uma rede que possua convergência de serviços.

Figura 2 - Exemplo de redes convergentes (UEA, 2008)

De acordo com (GABOS;CARVALHO,2009) alguns benefícios da convergência, são:

- Redes por comutação de circuitos desperdiçam banda. As redes por comutação de pacotes e as redes IP em particular otimizam a utilização dessa banda.
- Existência de uma única infra-estrutura de rede com interface única padronizada para acesso de voz, dados e vídeo.
- Acabará com a sobreposição de redes, que geram custos mais elevados por multiplicação de custos.
- Uso de tecnologias abertas (IP).

O autor cita também alguns avanços tecnológicos que permitem a convergência, que são eles:

- Melhorias contínuas nos roteadores/switches.
- Processadores Digitais de Sinais cada vez mais poderosos.
- *Switches* programáveis cada vez mais baratos.

- Novas tecnologias de protocolos para melhorar a transmissão de voz e vídeo em redes de dados (MPLS, RSVP, etc).
- Tecnologias de Compressão de Voz e Imagem.

Apesar dos benefícios citados, ainda existem algumas dificuldades e desafios tecnológicos que deverão ser superados para que um número maior de empresas possa fazer uso das facilidades e benefícios das redes convergentes. Novas funcionalidades estão sendo trabalhadas pela indústria para resolver as seguintes dificuldades:

- Qualidade de Serviço (QoS) – A rede convergente deve entregar a mesma qualidade de serviços da tradicional rede de telefonia (PSTN – *Public Switched Telephone Network*), pois, sem isto, vídeo e voz sobre IP são simplesmente inviáveis. Em uma rede baseada em IP é necessário fazer um tratamento dos pacotes de dados para reduzir as perdas de pacotes, atraso e variação do atraso (*Jitter*) e oferecer uma QoS significativamente mais alta do que a maior parte das redes de transmissão de dados são projetadas para oferecer.
- Disponibilidade – A rede convergente deve prover redundância e tolerância à falhas com “cinco noves” (99,999%) de disponibilidade, pois este é o nível padrão para a maioria dos sistemas de voz.
- Largura de Banda – A rede deve prover a largura de banda necessária para suportar aplicações de voz e vídeo, que normalmente consomem mais recursos e são mais exigentes do que a maioria das aplicações de dados.

A Internet vem sendo usada cada vez mais como o meio de transporte de informação multimídia, como imagens, voz e vídeo e o aumento da capacidade de processamento dos computadores pessoais e o surgimento de novas aplicações multimídias, a Internet tende a receber uma maior quantidade deste tipo de tráfego. O tráfego gerado pelas aplicações multimídia possui alguns requisitos de Qualidade de Serviço (QoS) não encontrados na maioria das aplicações convencionais (DUTKIEWICZ; BOUSTEAD, 2002).

Transferências de informação com características restritivas em relação a atraso, variação do atraso e taxa de perdas não é o cenário para o qual o protocolo IP foi projetado. Atualmente a arquitetura de rede na Internet foi projetada para o envio da

informação usando o modelo de serviço de melhor esforço, ou seja, sem qualquer garantia de QoS. Assim, para o suporte de tráfego de tempo real na Internet são necessários mecanismos de sinalização para que as aplicações indiquem seus requisitos de QoS à rede.

O controle de QoS permite que alguns tipos de tráfegos recebam uma prioridade maior do que o outro tráfego. Depois que o tráfego for classificado, o tráfego com a prioridade mais alta pode ser enviado primeiro, enquanto o tráfego com menor prioridade é enfileirado.

A finalidade fundamental do controle de QoS é determinar qual tráfego deve receber prioridade de acesso ao *link*, já que o mesmo é implantado para evitar que os dados saturam um *link* a ponto de outros dados não poderem obter acesso a ele.

De acordo com Maia (2009) o QoS permite que a rede ofereça serviços que atendam às expectativas dos usuários a partir de parâmetros previamente negociados entre o transmissor e a rede de interconexão, com se fosse estabelecido um contrato entre as partes.

No exemplo da transmissão em tempo real, o transmissor especifica que deseja um serviço com determinadas características, e a rede se encarrega de prover os recursos necessários que garantam a sua qualidade.

Para Maia, a utilização de parâmetros para especificar o QoS desejado para uma determinada aplicação pode ser comparada às diversas modalidades para o envio de uma carta pelo correio. Quando desejamos enviar uma correspondência, o usuário pode, por exemplo, especificar o tempo máximo para que a carta chegue ao seu destino ou exigir do destinatário a confirmação do recebimento (carta registrada). Por outro lado, se o usuário não especificar o nível de serviço desejado, a carta será encaminhada da melhor maneira possível, sem garantia de prazo ou entrega.

Segundo (RICHTER ; MEER, 1998) um conceito importante para a abordagem do QoS é a definição de fluxo. Um fluxo pode ser definido como uma sequência de dados pertencentes a duas aplicações, uma na origem e outra no destino, que se comunicam. Por exemplo, em uma conversa telefônica entre duas pessoas utilizando uma rede IP, o fluxo seria os datagramas³ contendo a conversa entre os

³ Datagramas é uma sequência de dados transmitida pela rede.

dois usuários. Os mecanismos de QoS visam garantir a qualidade de transmissão de um determinado fluxo ou um conjunto de fluxos com necessidades semelhantes.

Os parâmetros para a qualidade de serviço são características inerentes ao projeto de rede, aplicação ou serviço. Sendo que por meio dos valores desses parâmetros pode-se verificar se o QoS está sendo atendido (TANENBAUM, 2003).

Segundo o autor os parâmetros de QoS fim a fim devem ser escolhidos de acordo com o ambiente e o tipo de serviço contratado e devem estar dentro de limites bem definidos representados por valores mínimos e máximos aceitáveis para um determinado serviço, que garantem o nível de QoS. Por exemplo, numa aplicação de acesso a informações com conteúdo multimídia, um parâmetro de QoS seria o atraso, o nível de QoS aceitável para esse parâmetro seria ter um requisito, por exemplo, entre 100 e 200 ms, considerando desde a ação do usuário no dispositivo, até o reconhecimento dessa ação pela aplicação.

O autor afirma ainda que os parâmetros não estão localizados em um único equipamento ou componente da rede, no processo são envolvidos diversos tipos de equipamentos, camadas de protocolo, tecnologias, serviços e necessidades do usuário final.

Segundo Gabos (2009) os principais parâmetros de QoS de rede são: vazão, atraso, variação do atraso, taxa de erro e disponibilidade. As aplicações dos serviços IPTV podem ser caracterizadas a partir desses parâmetros:

- *Throughput* (banda/vazão): Consumo de banda da aplicação (médio e valor de pico). Pode variar em função dos codificadores de camadas superiores utilizados ou em função da ação do usuário. Para cálculos de QoS é utilizado o valor de pico.
- *Delay* (retardo/atraso): É o acúmulo de atrasos de processamento, de transmissão e de formação de filas nos roteadores; atrasos de propagação nos enlaces e atrasos de processamento em sistemas finais. Para as aplicações de áudio altamente interativas, como o telefone por Internet, atrasos fim a fim menores do que 150 ms não são percebidos pelo ouvido humano; atrasos entre 150 e 400 ms podem ser aceitáveis, mas não são o ideal, e atrasos que excedem 400 ms podem atrapalhar seriamente a interatividade em conversações por voz. O lado receptor de uma aplicação de telefone por Internet em geral desconsiderará quaisquer pacotes cujos atrasos ultrapassarem um determinado patamar, por exemplo, mais do que

400 ms. Assim, os pacotes cujos atrasos ultrapassem o patamar são efetivamente perdidos (KUROSE, 2006).

- *Jitter* (variação do atraso): Um componente do atraso fim a fim são os atrasos aleatórios de fila nos roteadores. Por causa desses atrasos variáveis dentro da rede, o tempo decorrido entre o momento em que um pacote é gerado no transmissor e o momento em que é recebido no receptor pode variar de pacote para pacote.

Como exemplo, consideremos dois pacotes consecutivos dentro de uma rajada de voz em uma aplicação de telefone por Internet. O remetente envia o segundo pacote 20 ms após ter enviado o primeiro. Mas, no receptor, o espaçamento entre esses pacotes pode ficar maior do que 20 ms. Supondo que o primeiro pacote chegue a uma fila de roteador quase vazia, mas que, exatamente antes de o segundo pacote chegar à fila, um grande número de pacotes vindos de outras fontes chegue à mesma fila. Como o primeiro pacote sofre um pequeno atraso de fila e o segundo pacote sofre um grande atraso de fila nesse roteador, o primeiro e o segundo pacotes ficam espaçados em mais de 20 ms (KUROSE, 2006).

A figura 3 mostra o exemplo de um fluxo com diferentes atrasos entre os pacotes, enquanto a variação do atraso em uma aplicação de voz deve ser menor ou igual a 30 ms, uma aplicação de vídeo exige diferenças na média de 5 ms.

Figura 3 - Variação do atraso (Maia, 2009)

Perda de Pacotes: Perda de pacotes é tolerável até comprometer a aplicação, podendo ter maiores efeitos sobre a qualidade do vídeo quando há utilização de taxas de compressão mais elevadas no conteúdo codificado. Na camada de rede, o principal motivo para a perda de pacotes é a ocorrência de congestionamento, que provoca o descarte de pacotes. A perda de pacotes é medida como o percentual de pacotes perdidos em função de pacotes transmitidos. Enquanto a perda de pacotes

em uma aplicação de voz deve ficar em torno de 10^{-3} , e uma aplicação de vídeo exige perda menor ou igual à 10^{-6} .

A partir dos parâmetros de qualidade de serviço, é possível que o provedor de acesso e o usuário firmem um acordo de nível de serviço, chamado SLA (*Service Level Agreement*), que permite ao usuário especificar a qualidade do serviço contratado. O SLA permite definir as características do fluxo que será transmitido, criando a idéia de perfil de tráfego (RFC, 2475).

Um dos pré-requisitos para definição do QoS, é identificar os tipos de tráfego que serão transportados na rede, bem como a sensibilidade dos parâmetros mais importantes de QoS (vazão, atraso, variação do atraso e taxa de erro). O Quadro 2, a seguir, mostra uma visão ilustrativa da classificação dos fluxos. (PE:pouco exigente, ME: muito exigente, E: exigente)

Quadro 2 - Sensibilidade dos tipos de serviços relacionado aos parâmetros de QoS (GABOS, 2009)

Aplicações Quesitos	Dados	Dados Gráficos	Voz	Voz Interativa	Vídeo	Vídeo Tempo Real
Vazão/Banda	PE	E	E	E	ME	ME
Atraso	PE	PE	E	ME	E	ME
Variação do Atraso	PE	PE	E	ME	E	ME
Taxa de Erro	E	ME	PE	PE	E/(PE)	ME/(E)

De acordo com a Quadro 2 é possível observar que cada aplicação requer uma determinada classificação dos fluxos, indicando através dos parâmetros de QoS o requisito que garanta o sucesso de tal aplicação a fim de atender de forma satisfatória as necessidades do usuário. Segundo (GABOS;CARVALHO,2009) as aplicações variam em suas exigências sobre os parâmetros da Qualidade de Serviço o qual as redes convergentes precisam acomodar e integrar todas essas exigências. Segundo (FARREL, 2005) os roteadores são dispositivos que possuem muito mais funcionalidades do que o encaminhamento de pacotes, eles são responsáveis pela implementação de uma estrutura de QoS em uma rede, proporcionam a classificação do tráfego, pacote a pacote, além de enfileirar cada pacote, de acordo

com a marcação, em diversas filas com níveis de prioridade diferentes, como mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Atividades de um roteador. (GABOS, 2009)

2.4 MECANISMOS DE CONTROLE DE QoS

As redes de computadores evoluíram no sentido de integrar diferentes tipos de tráfegos em uma única infra-estrutura, porém o que dificulta essa integração é que aplicações de tempo real possuem necessidades diferentes das aplicações convencionais. A fim de atender as exigências das aplicações se faz necessária a implantação de mecanismos para prover QoS. enfileiramento (*queueing*), escalonamento (*scheduling*) e modelagem do tráfego (*traffic shapping*); técnicas de QoS para marcação e identificação de pacotes, policiamento e gerenciamento. (VIANA, JUKEREMA, et. al, 2000).

2.4.1 Protocolo RTP

Segundo Wan (2008) o tráfego de IPTV utiliza o Real-Time Transport Protocol (RTP) é um protocolo de transporte que oferece serviços de transporte para aplicações de serviços de entrega de dados fim a fim pela Internet.

O RTP tem como finalidade disponibilizar serviços de transporte de mídias em tempo real, como áudio e vídeo.

Esses serviços incluem recuperação de sincronismos, detecção de erros, identificação do conteúdo e sua origem, monitoração da qualidade de transmissão e sincronização de mídias. O protocolo apresenta grande escalabilidade com poder de realizar transmissões multicast com milhares de usuários e suporta transmissões de vídeos com baixa taxa de bits até vídeos sem compressão de alta-definição (KOROLKOVAS, 2007).

2.4.2 Arquiteturas completas borda a borda

Para garantir o sucesso da aplicação alguns métodos e técnicas são utilizadas para prover QoS fim a fim, de acordo Maia (2009) temos o enfileiramento (*queueing*), escalonamento (*scheduling*) e modelagem do tráfego (*traffic shapping*); técnicas de QoS para marcação e identificação de pacotes, policiamento e gerenciamento. A Figura 5 expõe um modelo de rede caracterizado por roteadores de borda e núcleo.

Figura 5 - QoS fim a fim. (GABOS, 2009)

Para tratar o ambiente de tráfego na Internet a IETF (*Internet Engineering Task Force*) padronizou duas arquiteturas para agregar QoS ao modelo tradicional IP, a arquitetura *IntServ* (serviços integrados) e *DiffServ* (serviços diferenciados) que serão abordados a seguir.

2.4.2.1 Arquitetura *IntServ*

A arquitetura de serviços integrados foi a primeira das soluções propostas para dar suporte a QoS na Internet a qual seu objetivo é suportar dois tipos de serviços; o serviço garantido definido na RFC-2212 voltado para aplicações de tempo real que exigem garantias de atraso e largura de banda e o serviço de carga controlada definida na RFC-2211 voltado para aplicações tradicionais que garantem um serviço similar quando a rede está com uma baixa taxa de utilização. A seguir a figura 6 mostra uma visão da arquitetura a *IntServ*.

Figura 6 - Arquitetura *IntServ* (MELO - 2009)

Segundo Viana (2000) o modelo de serviços integrados são implementados por quatro componentes, São eles:

- Protocolo de sinalização (por exemplo RSVP);
- Rotina de controle de admissão;
- Classificador;
- Escalonador de pacotes.

Aplicações exigindo serviço Garantido ou serviço de Carga Controlada, devem configurar caminhos e reservar recursos antes de transmitir seus dados.

O RSVP (*Resource Reservation Protocol*), é o protocolo de sinalização que solicita a reserva de recurso para a rede.

A Figura 7 mostra o processo de sinalização do RSVP, o qual o funcionamento é feito da seguinte forma: primeiro o transmissor envia uma mensagem PATH ao

receptor informando as características do tráfego que será enviado, ao receber a mensagem *PATH* (*Path establishment*) o receptor retorna uma mensagem *RESV* (reservation) solicitando a reserva dos recursos, cada roteador ao receber essa mensagem verifica a possibilidade de alocar os recursos solicitados e reencaminha a mensagem para o próximo roteador, caso não seja possível a alocação uma mensagem de erro é enviada.

Figura 7 - Sinalização RSVP (Viana, Et.al, 2000)

As rotinas de controle de admissão decidirão se uma requisição por recursos pode ser garantida, determina se um novo fluxo pode receber QoS solicitado, sem impactar as garantias anteriores. Quando um roteador recebe um pacote, o classificador realizará uma classificação *Multi-Field* (MF), para fins de controle de tráfego e contabilização, cada pacote deve ser mapeado para alguma classe e colocado em uma fila específica baseada no resultado da classificação. Então, o escalonador de pacotes escalonará os pacotes de forma a satisfazer suas exigências de QoS.

2.4.2.2 Arquitetura *DiffServ*

Serviços Diferenciados (*DiffServ*) é uma alternativa técnica da IETF com o objetivo de permitir também o transporte de áudio, vídeo, dados em tempo real na Internet. A alternativa *DiffServ* tem um princípio básico de concepção arquitetural que a qualidade de serviço é garantida através de mecanismos de priorização de pacotes na rede [MARTINS, 1999], ou seja, priorizando aqueles pacotes que pertencem a fluxos de dados “mais importantes”, e quando houver congestionamento, descartando primeiro os pacotes que pertencem aos fluxos “menos importantes”.

A classificação dos pacotes baseia-se em um campo do cabeçalho IP, denominado *DS-field*. Este pode ser considerado como uma redefinição do campo *Type of*

Service (ToS) presente no cabeçalho IPv4, ou *Class of Traffic* do IPv6. Seis *bits* do *DS-field* são usados para identificar o valor de DSCP (*differentiated services codepoint*), usado na seleção do *Per-Hop-Behavior* - PHB (comportamento por salto). Os dois últimos *bits* não são utilizados atualmente e os mesmos são desconsiderados pelo *Diffserv* (OYAMA, 2003).

Os pacotes são classificados, marcados e processados segundo seu rótulo, que corresponde ao campo DS (*DiffSserv*) ou ToS (*Type of Service*), como era chamado anteriormente, do cabeçalho IP conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Campo ToS do pacote IP

Os primeiros três bits mais significativos são chamados de *IP Precedence bits* (precedência de IP), que em conjunto com os próximos três bits, são conhecidos como DSCP (*Differentiated Service Code Point*) bits. Os últimos dois bits atualmente não são utilizados e possuem valor zero. Na figura 9 é exposta uma visão geral da arquitetura *DiffSev*.

Figura 9 - Arquitetura DiffServ (GABOS,2009)

2.4.2.3 Comparação das Arquiteturas *IntServ* e *DiffServ*

Segundo Abrão (2008) ao realizar uma comparação *IntServ* e *DiffServ* as arquiteturas de serviços integrados e diferenciados não devem ser consideradas como competidoras, ao contrário, elas são complementares e podem ser usadas em conjunto, explorando as melhores características de uma e de outra.

Entre as diferenças das duas arquiteturas podem-se destacar (ABRÃO, 2008):

1. O *IntServ* necessita de um protocolo de sinalização como o RSVP para funcionar, o qual precisa incluir informações de estado nos roteadores ao longo do caminho. O *DiffServ* apenas faz uma redefinição de um campo do cabeçalho IP, o que agiliza sua implantação.
2. A classificação dos pacotes do *IntServ* é feita a partir de vários campos, como os endereços de origem e destino, números de portas e protocolo utilizado, individualmente para cada fluxo. O *DiffServ* usa apenas o campo DS do protocolo IP para este fim.
3. O modelo *IntServ* está mais voltado para as demandas de serviço de cada aplicação, procurando satisfazê-las fim a fim e, por causa disso, exige uma reserva de recursos antes do início de qualquer transmissão de dados. O modelo *DiffServ* visualiza mais as propriedades do tráfego gerado, usando um mecanismo de priorização para classificá-lo segundo suas características de demanda de QoS. É

responsabilidade das aplicações, ou de algum roteador de borda, marcar seus pacotes adequadamente a fim de que recebam o serviço de que precisam.

3 MÉTODO PROPOSTO

Neste capítulo serão descritas, as etapas que farão parte do modelo para análise técnica a serem desenvolvidas no trabalho.

3.1 OBJETIVOS DO MÉTODO PROPOSTO

Nos dias de hoje, cada vez mais empresas buscam agregar serviços multimídia (voz, vídeo e dados) à sua estrutura corporativa, integrando a empresa como um todo, reduzindo custos e aproveitando a infraestrutura de comunicação existente. Com essa perspectiva, este trabalho propõe um método para análise técnica que avalie, se uma dada infraestrutura instalada suportaria os serviços da tecnologia IPTV, por meio da avaliação dos requisitos dos parâmetros de QoS ao implementar estes serviços.

O método proposto neste trabalho é constituído de etapas que podem ser visualizadas na figura 10 e descritas a seguir.

Cabe ressaltar que o esquema proposto na Figura 10 é baseado nos modelos propostos de (Bonis, 2006) e (Zapater, 2007), e conterão duas evoluções: incorporação de procedimentos específicos para redes WAN (Wide Area Network) em tecnologias convergentes e para aplicações, protocolos e serviços de IPTV.

Figura 10 - Etapas do método proposto

As etapas que serão desenvolvidas de acordo com o método proposto da figura 10 são descritas a seguir.

3.2 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES

O objetivo desta fase é conhecer, definir e analisar o problema a ser resolvido pelo projeto em questão.

O projetista de rede irá levantar a situação atual da empresa, as particularidades dos seus processos internos, as características e recursos existentes no ambiente de informática e de rede, as necessidades atuais e as expectativas de evolução do ambiente de informática. Para determinar as características e necessidades do ambiente de informática do cliente deverá ser realizada uma análise das informações coletadas e requisitos da solução de IPTV.

A seguir serão detalhados os subprocessos da fase de levantamento das informações.

Figura 11 - Etapa levantamento das informações

3.2.1 Identificação das necessidades e objetivos do cliente

Nesta etapa serão coletadas as informações técnicas e administrativas que devem ser analisadas visando encontrar qualquer relacionamento com a possível agregação dos serviços IPTV.

A obtenção dessas informações deve ser feita por usuários autorizados pela empresa que conhecem o processo e abstraídas por meio de entrevistas e reuniões com os funcionários envolvidos na forma de preenchimento de formulários que possam auxiliar no entendimento do sistema e estrutura atual.

3.2.1.1 Conhecendo o negócio do cliente

Antes de identificar o objetivo do cliente se faz necessário o entendimento do negócio do cliente abordando alguns tópicos tipo: ramo de atividade, mercado que o mesmo atua, produtos e serviços oferecidos, entre outros.

Nessa etapa será disponibilizada uma lista de perguntas a fim de obter as informações referentes ao negócio do cliente, conforme quadro a seguir.

Quadro 3 - Roteiro para coletar informações do cliente

#	Perguntas
1	O cliente participa de que área de serviços?
2	Qual o mercado do cliente?
3	Que produtos e serviços o cliente produz?
4	Que produtos e serviços o cliente utiliza?
5	Quais são as vantagens competitivas do cliente?

3.2.1.2 Conhecendo a estrutura organizacional do cliente

Nessa etapa o objetivo é obter informação da estrutura organizacional do cliente, levando em consideração informações referente aos departamentos, área de atuação dos mesmos no projeto, localização das filiais, responsáveis pelos departamentos, entre outras. É comum o projeto de rede refletir a estrutura corporativa, assim é importante identificar os maiores grupos de usuários pois isso afetará o fluxo de tráfego na rede e as áreas mais críticas para o negócio da

empresa. O quadro a seguir mostra algumas questões que ajudarão o projetista na abordagem que se refere a estrutura organizacional do cliente.

Quadro 4 - Roteiro para coleta de informação da estrutura organizacional

#	Perguntas
1	Quais são os departamentos?
2	Qual o tipo de atuação de cada departamento?
3	Onde estão as filiais?
4	Quem são os responsáveis técnicos e financeiros pela nova rede?
5	Quais são as áreas mais críticas?
6	Quais são os parceiros?
7	Quais são os principais grupos de usuários?

3.2.1.3 Identificando o objetivo do negócio

Nessa etapa é importante conhecer os objetivos do cliente procurar entender porque o cliente quer uma nova rede, para que a nova rede será utilizada, como a nova rede deve ajudar o cliente em seu negócio. Outros objetivos de negócios são considerados, como: Aumentar faturamento e lucro, melhorar a comunicação corporativa, modernizar tecnologias obsoletas, mudar o modelo de negócio para se basear em uma rede de alcance mundial, melhorar a segurança e confiabilidade de aplicações e dados de missão crítica, oferecer novos serviços, entre outros.

3.2.1.4 Identificando o escopo da nova rede

Identificação do tipo de serviço pretendido pelo cliente, como: implantar ou ampliar um segmento da rede, suporte para novos serviços como VoIP, vídeo conferência e outros.

Nessa etapa algumas informações precisam ser esclarecidas se está construindo uma nova rede ou somente uma ampliação da rede existente e identificar qual o tipo

de rede será projetada para receber os possíveis serviços oferecidos pela tecnologia IPTV. Tipos que são abordados a seguir.

- Segmento: Uma rede única usando uma tecnologia particular e única de camada 2.
- LAN: Um conjunto de segmentos interconectados com pontes ou switches, normalmente usando uma única tecnologia de camada 2.
- Rede de Prédio: Múltiplas LAN dentro de um único prédio, normalmente conectadas a um backbone no prédio.
- Rede de campus: Rede abrangendo múltiplos prédios, em uma área geográfica limitada, normalmente conectado a um backbone do campus.
- Acesso remoto: Uso de linhas discadas.
- WAN: Redes geograficamente abrangente incluindo conexões ponto a ponto, Frame Relay, ATM, entre outras.
- Rede corporativa: Grande rede abrangente envolvendo múltiplos campi, serviços de acesso remoto, e uma ou mais WAN.

Nessa etapa se faz necessário realizar o levantamento das aplicações atuais e futuras que serão utilizadas pelo cliente e a informação será coletada baseada em um formulário conforme visualizado no quadro 5, que contém algumas questões essenciais como o nome da aplicação, o tipo da aplicação(banco de dados, Internet, e-mail, entre outras), número de usuários que utilizam, número de hosts e servidores que os utilizam, entre outras.

Quadro 5 - Características das aplicações utilizadas na rede

Nome da aplicação	Tipo da aplicação	Aplicação nova(sim/não)	Número de usuários	Número de hosts	Número de servidores	Criticalidade	Comentários

O preenchimento do quadro acima pode ser feito de acordo com as orientações abaixo:

Nome da aplicação: fornecida pelo usuário

Tipo da aplicação: aplicações do usuário

- Correio eletrônico

- Transferência de arquivo
- Compartilhamento de arquivos
- Jogos em redes
- Vídeo conferência
- Comércio eletrônico
- Telefonia na Internet ou na rede corporativa
- Acesso a banco de dados, entre outros.

Criticalidade: Será usado um número para informar tal.

- 1- Extremamente crítico
- 2- Pouco crítico
- 3- Não crítico

Comentários: Alguma informação relevante, por exemplo: quando a aplicação será implantada, quando deixará de ser usada.

3.2.2 Caracterização da rede existente

Esta etapa compreende o levantamento das informações da infra-estrutura de rede que suportará o serviço IPTV.

Serviços suportados: identificação dos principais serviços IP suportados pela rede existente.

Características de rede: topologia macro das redes utilizadas para oferecer serviços IP; topologia da rede dividida nos segmentos núcleo, borda/agregação e acesso; características de cada segmento (tecnologias empregadas, equipamentos de rede, enlaces, infra-estrutura de transmissão (própria/terceiros), nível de utilização de recursos, tecnologias e protocolos utilizados, métricas de desempenho (atraso, *jitter*, perda de pacotes, disponibilidade, entre outros....) e mecanismos empregados visando garantir QoS (ZAPATER, 2007).

O objetivo nessa etapa é examinar e caracterizar a expansão ou modernização da rede existente identificando a sua topologia e suas características de desempenho. Para obter a caracterização da infraestrutura da rede se faz necessário a utilização

de um mapa de rede incluindo a localização dos segmentos e dispositivos de interconexão. Para o desenvolvimento do mapa da rede é necessário o entendimento do fluxo de tráfego identificando os *hosts*, segmentos de rede de alto tráfego e dispositivos de interconexão mais importante da rede.

Dentre as ferramentas utilizadas para montar o mapa da rede, ferramentas que descobrem topologias automaticamente e ajudam a descobrir dispositivos, *hosts* (com CPU, memória, interface de rede, entre outros) destacam-se os seguintes softwares Visio Professional, ClickNet Professional, Net Suite Professional Audit.

O mapa da rede deverá conter as seguintes informações conforme mostrado no quadro a seguir.

Quadro 6 - Informações a serem representadas no mapa da rede

#	Informação
1	Informações geográficas sobre a distribuição da estrutura da empresa.
2	Identificar as conexões da rede WAN existente. Mostrar as conexões que interligam as unidades da empresa e outras conexões externas.
3	Levantar plantas dos prédios, andares e salas.
4	Identificar as conexões LAN entre prédios e entre unidades
5	Identificar a tecnologia dos enlaces utilizados e suas capacidades.
6	Identificar os provedores de serviços de comunicação, acesso a Internet e outros serviços externos.
7	Identificar a localização dos pontos de concentração de comunicação, localizando e identificando os roteadores e switches de distribuição da rede.
8	Localizar os principais servidores e salas de servidores (Server farms).
9	Localizar os grupos de estações de trabalho e quantidades por local/região.
10	Identificar a topologia de sistemas de firewalls.
11	Identificar a topologia lógica da rede.

A figura 12 mostra um exemplo de um mapa de rede com um conjunto de informações de uma rede como tecnologias Ethernet, FDDI e Token Ring.

Figura 12 - Exemplo de mapa da rede

3.2.3 Caracterização do tráfego na rede

Figura 13 - Etapa caracterização do tráfego na rede

Para elaborar e escolher soluções adequadas no projeto lógico da rede é necessário obter informações sobre as características do tráfego que circulam pela rede analisando o fluxo de tráfego, a carga de tráfego, o comportamento do tráfego e realizando considerações de QoS.

A caracterização do fluxo permitirá identificar as principais rotas de tráfego na rede, ou seja, fazendo a identificação da origem e destino do tráfego, onde segundo McCabe define fluxo como um conjunto de tráfego na rede (aplicações, protocolos e informações de controle) que tem atributos comuns, como endereço de fonte e destino, tipo da informação, direcionalidade ou outras informações fim a fim.

Para identificar as principais fontes e receptores de informação se faz necessário a identificação das comunidades de usuários e os locais de armazenamento de dados. Pode-se considerar que comunidade é o conjunto de usuários que utilizam as mesmas aplicações, podendo corresponder a um departamento ou um conjunto de departamentos ou outros locais remotos. Uma vez que, as comunidades são estritamente por utilização de aplicação e não por departamento. No quadro 7, é mostrado a forma de documentarmos as comunidades de usuários.

Quadro 7 - Comunidades de usuários

Nome da comunidade de usuários	Tamanho da comunidade (Número de usuários)	Localização da comunidade	Aplicações usadas pela comunidade

Como abordado anteriormente ao realizar um levantamento do tráfego da rede é importante conhecer a taxa de ocupação a mesma é obtida medindo-se o volume de tráfego por um período entre a fonte e o receptor das informações. São considerados atributos de um fluxo: direção, simetria, caminho, número de pacotes, número de bytes e endereços fonte e destino.

Pode-se identificar a quantidade de bytes de um fluxo utilizando um analisador de protocolos ou informação de uma estação de gerência de rede, coletando informação de um ponto central da rede por um determinado tempo, um programa como *traceroute* ou as tabelas de roteamento podem ser usadas para descobrir as rotas de origem e destino. O quadro 8, mostra que baseado nas informações do

programa ou tabelas pode-se montar as possíveis rotas origem e destino e o volume de tráfego gerado.

Quadro 8 - Quadro de rotas e volume de tráfegos

	Destino 1			Destino 2		
	Mbits/seg	Rota	Volume tráfego	Mbits/seg	Rota	Volume tráfego
Fonte 1						
Fonte 2						
Fonte 3						
Fonte 4						

3.2.3.1 Caracterização dos tipos de tráfego

Conhecer as aplicações que serão utilizadas e como as mesmas se comportarão em termos de tráfego ajuda a caracterizar os meios de comunicação, técnicas indiretas são usadas a fim de caracterizar o tráfego e para ajudar nessa tarefa usa-se modelos de fluxos, que são eles: modelo terminal-hospedeiro, cliente-servidor, modelo peer-to-peer, modelo servidor-servidor, modelo computação distribuída. No quadro a seguir pode-se visualizar as características dos modelos de fluxos, informando o modelo, fluxo, característica e exemplo de uma aplicação.

Quadro 9 - Modelos de Fluxos de Dados e Características

Modelo	Fluxo	Característica	Exemplo
Terminal-Hospedeiro	Assimétrico	Terminal envia poucos <i>bytes</i> e Servidor responde com muitos	Telnet
Cliente-Servidor	Bidirecional e Assimétrico	Terminal envia poucos <i>bytes</i> e Servidor responde com muitos. Direção Servidor-> Cliente é a mais utilizada	Acessos Web
Peer-to-Peer	Não tem direção natural	Usuários e aplicações têm utilizações equivalentes nos requisitos de comunicação.	Teleconferência
Servidor-Servidor	A simetria depende da aplicação particular	Troca de informações entre servidores	Serviços de diretório, Cachê de dados, back-up de dados.
Computação Distribuída	Entre gerente e nodos de computação ou entre nodos	Gerente aloca tarefas aos nodos e dependendo da aplicação, os nodos podem trocar informação entre si.	Modelo mais especializado e raro.

Para documentar os fluxos das aplicações existentes e as novas aplicações oferecidas pela tecnologia IPTV, deve-se escolher o tipo de modelo de fluxo, identificar fontes e destinos dos dados, no quadro 10, é possível a visualização do formulário para auxiliar na documentação do fluxo de tráfego.

Quadro 10 - Características das aplicações utilizadas

Aplicação	Modelo de Fluxo	Protocolos Usados	Comunidade de Usuários	Servidores / Hospedeiros	Demanda de Banda	Requisitos de QoS

De acordo com a Quadro 2 (sensibilidade dos tipos de serviços relacionado aos parâmetros de QoS) mostrado anteriormente é possível observar que cada aplicação requer uma determinada classificação dos fluxos, indicando por meio dos parâmetros de QoS o requisito que garanta o sucesso de tal aplicação a fim de atender de forma satisfatória as necessidades do usuário.

Para evitar os possíveis gargalos na rede é importante fazer uma estimativa da carga de tráfego na rede, deve-se procurar identificar os enlaces que estejam parcial ou totalmente utilizados em virtude do tráfego *broadcast* / *multicast* que passa por eles, ou que seriam esgotados se um tráfego adicional fosse introduzido por uma nova aplicação. Para calcular a carga do tráfego é necessário as seguintes informações:

- O número de estações que geram o tráfego
- O tempo médio entre quadros gerados
- O tamanho médio dos quadros transmitidos
- A frequência de sessões de aplicações
- O tempo médio de cada sessão
- O número de sessões simultâneas

O problema para calcular a carga do tráfego é estimar todos os volumes dos parâmetros relacionados anteriormente o ideal é conhecer as aplicações e elaborar estimativas, pose-se usar ferramentas de modelagem de redes que possuem conhecimento de certos tipos de aplicações que permitem parametrizar o modelo interno. No quadro 11, são disponibilizados as estimativas do tamanho médio das mensagens (objetos) trocadas em uma sessão de trabalho.

Quadro 11 - Tamanho médio de mensagens por tipo de objeto

Tipo de Objeto	Tamanho em Kbytes
Tela de terminal	4
Mensagem de e-mail	10
Página Web	50
Planilha	100
Documento processador de texto	200
Tela gráfica	500
Documento de apresentação	2000
Imagem de alta qualidade	50000
Objeto multimídia	100000
Backup de base de dados	1000000

Como abordado o método proposto contemplará procedimentos específicos para redes WAN (*Wide Area Network*) em tecnologias convergentes e para aplicações, protocolos e serviços de IPTV. Nos enlaces WAN, ao volume de pacotes de dados são incorporados o *overhead* do protocolo de roteamento na transmissão, calcular o overhead é importante para estimar o tráfego adicional em um enlace WAN principalmente se o mesmo for lento, o quadro 12, mostra alguns parâmetros que poderão ser utilizados na estimativa de tráfegos em enlaces WAN.

Quadro 12 - Overhead de mensagens por tipo de protocolo de roteamento

Protocolo de roteamento	Tempo default de atualização (s)	Tamanho da entrada da tabela	Rotas por pacotes	Overhead da atualização (bytes)	Tamanho de um pacote cheio
IP RIP	30	20	25	32	532
IP IGRP	90	14	104	32	1488
Apple Talk RTMP	10	6	97	17	599
IPX SAP (não é protocolo de roteamento)	60	64	7 serviços	32	480
IPX RIP	60	8	50	32	432
Dec Net phase IV	40	4	368	18	1490
Vines VTRP	90	8	104	30	862
XNS (Xerox)	30	20	25	40	540

3.2.3.2 Caracterização de requisitos de QoS em IPTV

Além da carga de tráfego precisamos saber se algumas aplicações possuem restrições quanto à inflexibilidade quanto aos parâmetros de QoS que influenciam no desempenho da rede, que são eles: vazão, atraso, variação do atraso e perda de pacotes. Com isso os equipamentos de comunicação utilizados nas redes LAN e redes WAN deverão possuir características de controle de QoS. A caracterização de

QoS pode ser feita utilizando dois modelos o IntServ e o DiffServ os mesmos abordados anteriormente.

Ao final dessa etapa de levantamento das informações será disponibilizada uma lista de verificação sobre os aspectos de fluxo de tráfego e requisitos de QoS conforme questionário visualizado a seguir.

Quadro 13 - Lista de verificação de requisitos de tráfego

#	Informação
1	Identificar as fontes importantes de tráfego
2	Documentar o fluxo de tráfego
3	Categorizar o tipo de fluxo de tráfego
4	Estimar os requisitos de banda passante para cada aplicação
5	Determinar os requisitos de QoS para cada aplicação
6	Identificar as áreas/estações que são grandes consumidoras de tráfego na rede

3.3 ANÁLISE DE REQUISITOS

A Identificação dos requisitos necessários para atender às demandas definidas pelo cliente, definição da topologia geral do ambiente de rede e os requisitos de projeto para esta topologia. Deve-se considerar o fluxo previsto, a carga de tráfego e requisitos de QoS.

A partir dos serviços e necessidades do cliente, é possível realizar a análise dos seus requisitos sobre a infra-estrutura tecnológica. O mapeamento de requisitos inclui duas categorias de requisitos: requisitos funcionais e não funcionais

A característica multimídia e de tempo real dos serviços IPTV traz requisitos diferenciados à arquitetura tecnológica. Os diversos requisitos funcionais e não funcionais são agrupados de acordo com sua aplicabilidade nas seguintes categorias: funcionalidade, capacidade e escalabilidade, desempenho, disponibilidade, confiabilidade, entre outros. Cada um dos grupos de requisitos está descrito a seguir.

Funcionalidade: Os requisitos de funcionalidades dizem respeito às principais características do serviço, ou seja, componentes de serviço IPTV (vídeo, áudio, entretenimento).

Escalabilidade: Definem a capacidade que a infra-estrutura tecnológica deverá suportar para garantir o correto funcionamento do serviço. O quadro 14 mostra

alguns aspectos sobre escalabilidade que poderão ser discutidos com o cliente e considerados nos levantamentos.

Quadro 14 - Aspectos de escalabilidade

#	Questão
01	Quantas novas localidades serão adicionadas?
02	Qual será a abrangência da rede em cada nova localidade?
03	Quantos usuários adicionais acessarão a rede ?
04	Quantos serviços novos deverão ser incrementados a rede? (Segurança, VoIP, Vídeo conferência, IPTV, outros)
05	Quantas estações, servidores e outros dispositivos de rede deverão ser adicionados?

Desempenho: Está baseado na capacidade de tráfego da rede (bandwidth), taxa de utilização média e máxima, taxa de tráfego útil transmitido corretamente sobre o tráfego total (acurácia), taxa de tráfego útil transmitido (eficiência), tempo total entre a transmissão e recepção no destino de um quadro de dados (atraso/latência), taxa de variação do atraso (jitter), tempo de resposta à solicitação de um serviço.

Dependendo da situação, uma ou várias destas medidas tornam-se importantes. A montagem de uma tabela, identificando os índices desejáveis por aplicação utilizada, auxilia na identificação de pontos críticos no projeto.

Convergência – Refere às características necessárias para implantação de aplicações convergentes na rede, como vídeo conferência, transmissão de vídeos, imagens, áudio, e outros.

Requisitos de Qualidade de Serviços (QoS) – Refere a capacidade de diferenciar prioridades dentro da rede de aplicações que não podem sofrer atrasos como no caso de aplicações de VoIP, vídeo conferência e outros.

Disponibilidade - Proporção do tempo em que a rede deverá estar disponível.

Normalmente é expresso em porcentagem do tempo total (semana ou mês ou ano) em que a rede deverá estar em plena operação. Por exemplo, os sistemas deverão operar com taxas da ordem de 99,95%, (Bonis,2006). Desta maneira, o projeto da arquitetura tecnológica deve ser orientado visando maximizar a disponibilidade do serviço. A disponibilidade é definida como a parte do tempo em que um sistema permanece funcionando, quando comparado com seu tempo de vida. [Zapater, 2007]

Adaptabilidade - Os requisitos de adaptabilidade são relacionados à flexibilidade da infra-estrutura tecnológica se adaptar a mudanças. A arquitetura tecnológica deve suporta, na medida do possível, a introdução de novas categorias de serviços IPTV de maneira fácil e modular.

Usabilidade – Refere à facilidade com a qual os usuários acessam os serviços da rede. Avaliam os impactos da política de segurança na facilidade de acesso, facilidade de configuração e atualização dos dispositivos da rede, facilidade de acesso remoto, e outros.

3.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QoS

Identificação e avaliação dos parâmetros de QoS que influenciam o desempenho da rede e se os mesmos suportariam determinados serviços oferecidos pela tecnologia IPTV, a avaliação será feita baseada em uma ferramenta computacional denominada MRTG (Multi Router Traffic Grapher e o Iperf (IP Performance), ou seja, desempenho do IP, que fará a avaliação da vazão, atraso, jitter e perda de pacotes. Nessa etapa os parâmetros de QoS serão identificados e avaliados e se os mesmos não satisfizerem os requisitos necessários para suportar os serviços oferecidos pela tecnologia IPTV serão seguidas as etapas subsequentes do método proposto.

3.5 DIAGNÓSTICO

Após a avaliação dos parâmetros de QoS se a infraestrutura não suportar os serviços da tecnologia IPTV, a próxima etapa será o diagnóstico referente a análise da possível causa do item que não atendeu os requisitos para determinada aplicação.

3.6 DEFINIÇÃO DO PROJETO LÓGICO

Aborda o desenvolvimento da topologia de rede, esquemas de endereçamento e nomenclatura dos componentes, seleção de protocolos de *bridging*, *switching* e roteamento. A definição do projeto lógico influencia diretamente na definição das características dos equipamentos de comunicação envolvidos no projeto.

A partir da identificação dos requisitos e das informações levantadas a respeito da arquitetura tecnológica existente no cliente, é possível delinear a arquitetura tecnológica a ser implementada para suportar o novo serviço e as adaptações necessárias na arquitetura atual.

Figura 14 - Etapa definição do projeto lógico

3.6.1 Definição da Topologia da Rede

A topologia da rede é um mapa de uma rede que indica segmentos de rede, pontos de interconexão e comunidades de usuários. A topologia mais usada em redes

maiores por oferecer maior facilidade de manutenção é a rede hierárquica, dividida em três camadas como visualizada na figura 15.

- **Camada Core:** Projetada para minimizar o atraso, possui um backbone de alta velocidade, deve possuir componentes redundantes devido a sua criticalidade para a interconexão, a conexão à Internet deve ser feita na camada core, composta de roteadores e switches de alto desempenho e disponibilidade
- **Camada de Distribuição:** Controla o acesso aos recursos (segurança), controla o tráfego que cruza o core (desempenho), interfaceia entre protocolos de roteamento que consomem muita banda passante na camada de acesso e protocolos de roteamento otimizados na camada core, composta de roteadores e switches que implementam políticas
- **Camada de Acesso:** Provê acesso à rede para segmentos locais, conecta usuários com hubs e switches

Figura 15 - Rede modelo hierárquico

Como visualizado na figura o modelo hierárquico permite a agregação de tráfego em três níveis diferentes, considerado um modelo escalável para grandes redes corporativas.

3.6.2 Projeto do esquema de endereçamento

Este bloco trata da questão de endereçamento da camada de rede, mais especificamente os endereços IP. A questão do endereçamento IP deverá ser tratada de modo criterioso, pois influencia diretamente o roteamento dos pacotes dentro da rede, a segurança e o desempenho.

Nessa etapa com o levantamento das informações da etapa inicial do método proposto referente a estrutura organizacional do cliente, as mesmas ajudarão o planejamento da atribuição de endereços e nomes. Porém uma das dificuldades será a atribuição de endereço IP devido a dificuldades de roteamento e com o esgotamento de espaços de endereçamento. O mapa topológico também ajudará, pois indica onde existe hierarquia na rede e conseqüentes limites de endereçamento, pois é necessário tratar do endereçamento antes de escolher protocolos de roteamento, pois alguns protocolos não suportam determinados esquemas de endereçamento.

Para atribuição de endereços de rede a fim de maximizar a flexibilidade e minimizar o trabalho de configuração, usa-se endereçamento dinâmico para as estações baseado no DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), para maximizar a segurança e a adaptabilidade, usa-se endereçamento privativo.

Endereçamento dinâmico para estações

Embora o IP não tenha sido inventado com suporte a endereçamento dinâmico ao escolher dinâmica de endereços IP soluções aparecerão para simplificar as tarefas do administrador de rede, como o DHCP, que é um servidor que tem a função de entregar endereços IP a partir de um bloco de endereços reservados para este fim, a estação solicita um endereço IP ao fazer o boot usando broadcast, uma vez que a estação não requer configuração de endereço IP.

O DHCP suporta três tipos de alocação de endereço, que são eles:

- Automática: um endereço permanente é dado à estação
- Manual: uma tabela de endereços permanentes é configurada manualmente e o servidor DHCP disponibiliza os endereços pouco usados.
- Dinâmica: um endereço IP é dado à estação por um período de tempo

Endereçamento Privativo

Os endereços privativos são blocos de endereços reservados que podem ser reutilizados em qualquer empresa e não são roteados pela Internet porque a Internet exige endereços únicos para qualquer computador conectado. A princípio para resolvermos essa situação de conectividade os servidores Proxy que possuem endereços públicos e privativos serão usados para acessar certos serviços da Internet (HTTP, FTP, entre outros) e os servidores da empresa que precisam ser acessados pela Internet também recebem endereços públicos e privativos.

O quadro a seguir mostra os endereços privativos de acordo com a RFC 1918.

Quadro 15 - Endereços Privativos Reservados

Classes	Faixa de Endereços	Número de Redes
A	10.0.0.0 a 10.0.0.255	1
B	172.16.0.0 a 172.31.0.255	16
C	192.168.0.0 a 192.168.255.255	256

Ao usar os endereços privativos os mesmos possuem as seguintes vantagens:

- Mais segurança, pois as máquinas não estão diretamente acessíveis pela Internet
- Alocação de endereços em uma só classe
- Permite alocar endereços em bloco, o que diminui o tráfego de atualização de tabelas de roteamento
- Fim do esgotamento do espaço de endereçamento

3.6.3 Definição dos protocolos de *switching* e roteamento

Essa seção aborda as considerações na escolha que será feita dos protocolos de *switching* e roteamento. Estes protocolos diferem quanto às características do tráfego gerado, uso de CPU, memória, banda passante, número máximo de roteadores pares suportados, capacidade de se adaptar rapidamente às novas condições da rede, capacidade de autenticar atualizações de rotas por motivos de segurança e o uso de protocolos padronizados comparados com os proprietários.

Nesta fase ao escolher os protocolos teremos subsídios necessários para listar as características funcionais dos dispositivos adquiridos, em qualquer projeto para

tomar boas decisões o projetista deve conhecer bem os requisitos, desenvolver alternativas, investigar as conseqüências das decisões, para combinar alternativas com requisitos de forma clara e simples, pode-se usar um quadro de decisão como visualizado a seguir.

Quadro 16 - Exemplo de um quadro de decisão

	Requisitos críticos			Outros requisitos		
	Adaptabilidade Deve reconfigurar em segundos após mudança na rede	Deve ser escalável até grandes redes (Centenas de roteadores)	Deve ser padrão e compatível com equipamento existente	Não deve gerar muito tráfego	Deve rodar em roteadores baratos	Deve ser fácil de rodar e gerenciar
BGP	X	X	X	8	7	7
OSPF	X	X	X	8	8	8
IS-IS	X	X	X	8	6	6
IGRP	X	X				
Enhanced IGRP	X	X				
RIP			X			

No quadro acima o X é usado para requisitos críticos, para requisitos não críticos (que podem ser ou não atendidos) usam-se pesos (1= fraco atendimento ao requisito e 10= bom atendimento ao requisito).

Este processo de tomada de decisões pode ser utilizado nas fases do projeto lógico, pois ajudará o projetista na seleção dos protocolos, tecnologias, equipamentos e dispositivos de acordo com os requisitos do cliente.

Seleção de protocolo de roteamento: Permite que um roteador descubra como chegar a outras redes e trocar essa informação com outros roteadores, também coletam, descobrem e agregam informações sobre as rotas de comunicação que podem ser usadas pelos comutadores e demais equipamentos no momento do envio dos pacotes de dados. Essa tarefa é gerenciada e executada pelos protocolos de roteamento que funcionam internamente ao roteador. Os principais protocolos de roteamento usados em uma rede são abordados a seguir com suas principais características.

Routing Information Protocol (RIP)

- Primeiro protocolo de roteamento na Internet
- Ainda é usado devido a simplicidade e disponibilidade em todos os equipamentos

- Interior Routing protocol
- É do tipo vetor de distância
- Broadcast da tabela de rotas a cada 30 segundos
- 25 rotas por pacotes
- Métrica única hop count

Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)

- Inventado pela Cisco na década de 1980
- Muito usado
- Interior Routing Protocol
- Tem mais métrica do que o RIP e não tem limite de 15 hops
- Atualizações a cada 90 segundos
- Permite balanceamento de cargas
- Permite convergência mais rápida
- Diminui a ocorrência de loops durante a convergência

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (Enhanced IGRP)

- Inventado pela Cisco na década de 1990
- Interior Routing Protocol
- Feito para grandes redes com múltiplos protocolos de roteamento
- Convergência rápida, mesmo com grandes redes (milhares de roteadores)
- Algoritmo garante que não haja loops

Open Shortest Path First (OSPF)

- Protocolo da IETF na década de 1980
- Substituir RIP e oferecer um protocolo para grandes redes
- Interior Routing Protocol
- Tipo link state
- É um padrão suportado por todos os fabricantes
- Converge rapidamente
- Autentica atualizações de rotas para segurança
- Usa multicast em vez de broadcast
- Redes OSPF podem ser configuradas em redes hierárquicas
- Propaga apenas mudanças não tabelas inteiras
- OSPF não usa banda passante

Border Gateway Protocol (BGP)

- Exterior Routing Protocol
- Complexo, usa muita banda passante e não é indicado para pequenas empresas

De acordo com os protocolos abordados e sua respectivas característica podemos sumarizar os protocolos de roteamento da seguinte forma conforme requisitos do cliente.

- Em redes muito pequenas, usam-se frequentemente rotas estáticas
- Quando a rede cresce um pouco e tem enlaces redundantes usa-se RIP ou IGRP
- Com redes um pouco maiores usa-se OSPF
- Entre sistemas autônomos usa-se BGP

3.6.4 Definição dos mecanismos para controle de QoS fim a fim

Em uma rede IP a qualidade de serviço consiste num mecanismo fim a fim de garantia de entrega de informações. Assim sendo, a implementação da garantia de QoS pela rede implica em atuar nos equipamentos envolvidos na comunicação fim a fim visando o controle dos parâmetros de QoS. O qual será definido qual arquitetura será utilizada para prover QoS.

Os parâmetros que devem ser controlados visando a obtenção da qualidade de serviço, não são localizados num único equipamento ou componente da rede. A figura 16 ilustra um exemplo de situação onde na trajetória fim a fim dos pacotes têm-se equipamentos tipo LAN Switch, roteadores, firewalls, utiliza-se uma rede pública de comutação de pacotes, e tem-se os próprios hosts do usuário final [MARTINS,1999].

Figura 16 - Equipamentos e componentes de rede envolvidos na QoS (MARTINS, 1999)

Os mecanismos de QoS devem atuar nestes equipamentos, camadas de protocolos e entidades de forma cooperada, como abordado anteriormente.

3.7 ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O final do processo deve passar por uma etapa de análise e validação. Nesta etapa, é realizada a verificação da consistência entre as características e os requisitos de QoS em IPTV. Esse processo de análise permite à equipe que identifique pontos que podem ser otimizados na infraestrutura atual e também a identificação de potenciais problemas e limitações ao crescimento futuro.

4 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Nos capítulos anteriores foi abordado a parte teórica referente à implantação de serviços IPTV em uma infraestrutura, abordando conceitos e requisitos; em seguida foi apresentado um método para levantamento de informações e propor um projeto lógico se a infraestrutura não estiver apta a receber os serviços oferecidos pela tecnologia IPTV.

Neste capítulo serão descritas, as etapas que farão parte da aplicação e validação do método proposto.

4.1 Descrição do cenário

Atualmente a RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) conhecida como rede Ipê interconecta mais de 350 instituições de ensino e pesquisa. A RNP atende a um público estimado em mais de um milhão de usuários e interliga todas as redes acadêmicas regionais brasileiras com 27 pontos de presença (Pop's), um em cada estado brasileiro e no Distrito Federal, operados em parceria com universidades federais e institutos de pesquisa. É uma infraestrutura que provê comunicação e colaboração entre instituições de ensino e de pesquisa. A figura 17 mostra a distribuição dos PoP's.

Figura 17 - Distribuição dos PoP's

O backbone da rede Ipê foi projetado para atender a certos requisitos técnicos, garantindo não só a largura de banda necessária ao tráfego Internet de produção como o uso de serviços e aplicações. No fim de 2010 a rede Ipê passou por um grande salto qualitativo uma vez que a capacidade do enlace disponibilizado para Manaus era de 20 Mbps e o mesmo teve um aumento para 200 Mbps. Para que a análise seja relevante será feito o levantamento dos fluxos nos dois enlaces PoP-Am e REPAM conforme cenário atual do panorama da rede Ipê mostrado na figura 18.

Figura 18 - Cenário atual do panorama da rede Ipê

A topologia da rede que será analisada é mostrada na figura 19 baseado em uma aplicação de IPTV vídeo sob demanda (VoD) e vídeo ao vivo que será gerado através da RNP-DF. O objetivo principal é realizar a análise técnica de rede entre um usuário da rede local da UFAM e da UEA baseado no tráfego IPTV VoD e vídeo ao vivo gerado pela RNP avaliando se a infraestrutura suportaria as aplicações e estaria apta a receber os serviços IPTV.

Figura 19 - Topologia da rede

4.2 Identificação das necessidades e objetivos do cliente

Nesta etapa foi feito o levantamento das informações baseada em entrevistas e formulários a fim de identificar as necessidades e objetivos do cliente, conhecendo o negócio, a estrutura organizacional, o objetivo do negócio do cliente e a identificação do tipo de serviço pretendido pelo cliente. Estas informações estão registradas e visualizadas a seguir.

Quadro 17 - Informações coletadas sobre o negócio do cliente

#	Perguntas	Respostas
01	O cliente participa de que área de serviço?	Comunicação e Colaboração
02	Qual o mercado em que atua?	Institucional
04	Quais são os produtos e serviços consumidos?	Produtos e serviços de suporte as atividades acadêmicas
05	Quais são os fornecedores e parceiros do cliente?	Instituições de Pesquisas

Quadro 18 - Informações coletadas sobre a estrutura organizacional

#	Perguntas	Respostas
01	Quais são os departamentos?	Engenharia da Computação, Controle e Automação, Mecânica, Química e Civil
02	Qual o tipo de atuação de cada departamento?	Atuação Educacional
03	Quais são os principais grupos de usuários	Professores dos respectivos departamentos citados anteriormente, Alunos de graduação e Pós-graduação
04	Quais são as linhas de negócio?	Pesquisas
05	Quais são os parceiros?	Instituições de Pesquisas

Baseado nas informações coletadas, identifica-se que o principal objetivo do negócio do cliente é oferecer a comunidade acadêmica uma interação institucional entre a RNP e as Instituições usuárias usufruindo dos serviços que a mesma oferece a fim de desenvolver a comunicação e colaboração no meio acadêmico.

Finalizando a etapa de identificação das necessidades e objetivos do cliente será visualizado no quadro a seguir, as características das aplicações utilizadas na rede, onde foi feito o levantamento das aplicações atuais e futuras que serão utilizadas pelo cliente, número de *hosts*, número de usuários e servidores.

Quadro 19 - Características das aplicações utilizadas na rede

Nome da aplicação	Tipo da aplicação	Aplicação nova (sim/não)	Número de usuários	Número de servidores	Criticalidade	Comentários
E-Mail	WEB	não	205	1	3	
Navegação WEB	WEB	não	410	1	3	
Atividades Escolares	WEB	não	110	1	3	
Transferência de Arquivos	WEB	não	243	1	3	
Acervo Biblioteca	WEB	não	10	1	3	
Jogos em Redes	WEB	não	122	1	2	
Modelagem Climática	WEB	não	100	1	2	
Vídeo ao Vivo IPTV	WEB	sim	45	1	1	Aplicação será avaliada
Vídeo sob Demanda	WEB	sim	150	1	2	Aplicação será avaliada
Sistema Acadêmico	WEB	não	450	1	3	

4.3 Caracterização da rede existente

Nesta etapa foi feito o levantamento das informações da infraestrutura da rede, ou seja, o mapa de rede com suas respectivas informações sobre métricas, capacidade, localização dos principais servidores, LANs, grupos de estações de trabalho, quantidades por local/ região.

Figura 20 - Mapa de rede atual

Conforme visualizado no mapa de rede da figura 20, o quadro 20 mostra a distribuição do parque de equipamentos de comunicação utilizados na rede da UEA/EST e UFAM no bloco de biotecnologia.

Quadro 20 - Parque dos Equipamentos Instalados

Equipamentos	Quantidade
Switches (UFAM/Biotecnologia)	1
Switches (UEA/EST)	26
Roteador (UFAM/Biotecnologia)	1
Roteador (UEA/EST)	1
HUBs (UEA/EST)	2
Hosts (UFAM/Biotecnologia)	65
Hosts (UEA/EST)	444
Ponto de Acesso	4

A grande maioria das estações de trabalho e servidores utilizam como sistema operacional O MS-Windows e o MS-Office como suíte de aplicativos, o link disponibilizado da RNP até o PoP-AM é de 200 Mbps uma vez que o backbone da rede trabalha em *Fast Ethernet* e utiliza cabos óticos até o switch principal da Instituição, as demais conexões são feitas com cabo UTP categoria 5 interligando os demais switches, as LANs utilizam tecnologia Ethernet e usa o TCP/IP como principal protocolo de comunicação e o endereçamento IP é feito de modo automático por meio do DHCP, utilizando um único espaço de endereço.

4.4 Caracterização do tráfego na rede

Nesta etapa foi feito o levantamento das informações referente ao fluxo de tráfego (de onde vem para onde vai), a carga de tráfego, a taxa de ocupação onde a mesma é obtida medindo-se o volume de tráfego por um período de tempo entre a fonte e o receptor das informações e o comportamento das considerações de QoS.

Para identificar as principais fontes e receptores de informação se faz necessário a identificação das comunidades de usuários conforme mostra o quadro 21 e a análise do levantamento das informações de tráfego das aplicações novas e antigas da rede, por meio dos parâmetros de QoS.

Quadro 21 - Comunidades de Usuários

Nome da Comunidade	Tamanho da Comunidade (Número de usuários)	Localização da Comunidade	Aplicações usadas pela Comunidade
Laboratório	20	Prédio Biotecnologia	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Sala dos professores	10	Prédio Biotecnologia	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Coordenação	8	Prédio Biotecnologia	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Sala de pesquisa I	15	Prédio Biotecnologia	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Sala de Pesquisa II	12	Prédio Biotecnologia	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Sala A 12	44	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web
Salas A 22, A 23, A 24, A 25, A 16	68	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web
Sala A 26	12	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web
Salas A 45, A 44, Mecatrônica	48	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web
Salas B 05, B 01, B 02, B 03, B 04, B 06, B 07, B 08, B 09	40	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web
Salas B 12 (departamento de Engenharia da Computação), B 10, B 11	49	Prédio EST	Transferência de arquivos, E-mail, navegação Web, aplicações de Jogos
Salas C 08, C 09, C 10, C 11	95	Prédio EST	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Salas C 12 a C 28, C 31 a C 37	48	Prédio EST	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos
Biblioteca	17	Prédio EST	E-mail, navegação Web e acervo biblioteca
Engenharia Civil	23	Prédio EST	E-mail, navegação Web, transferência de arquivos

Para documentar o fluxo de dados para aplicações existentes e as novas aplicações oferecidas pela tecnologia IPTV foi necessário realizar o levantamento do tipo de modelo de fluxo e identificar fontes e destinos dos dados. No quadro a seguir é visualizado as características e fluxos de tráfego.

Quadro 22 - Características das aplicações utilizadas na rede (Martins,2009)

Aplicação	Modelo de Fluxo	Protocolos Usados	Comunidade de Usuários	Servidores/ Hospedeiros	Demanda de Banda	Requisitos de QoS
E-Mail	Cliente/Servidor	SMTP e POP	509	Servidor de E-mail e DHCP	10 Kbps	Baixo
Navegação WEB	Cliente/Servidor	HTTP	509	Servidor de Internet	10Kbps a 500Kbps	Médio
Acervo Biblioteca	Cliente/Servidor	HTTP	509	Servidor de Arquivos	10Kbps	Baixo
Transferência de Arquivos	Cliente/Servidor	HTTP	509	Servidor de Internet	10Kbps a 1Mbps	Baixo
Aplicações de Jogos	Cliente/Servidor	HTTP	95	Servidor de internet	10Kbps a 500Kbps	Alto

Além das aplicações visualizadas anteriormente a próxima etapa abordará os serviços e requisitos dos parâmetros de QoS das novas aplicações que farão parte da análise técnica de rede, baseado em um tráfego IPTV VoD e vídeo ao vivo avaliando se a infraestrutura suportaria as aplicações e estaria apta a receber os serviços IPTV.

Quadro 23 - Requisitos de QoS para aplicações em IPTV(Melo,2005)

Serviços/Requisitos	Vazão	Delay	Jitter	Perda de Pacotes
Vídeo ao vivo IPTV	1Mbps	3s e 5s	30 ms	< 0,5%
VoD	384 Kbps até 1,5 Mbps	4s e 5s	300 ms	<1%

4.5 Avaliação dos parâmetros de QoS

A avaliação dos parâmetros de QoS será feita baseada em uma ferramenta computacional denominada MRTG (Multi Router Traffic Grapher) e o IPERF (IP Performance), ou seja, desempenho do IP, que fará avaliação da vazão, atraso, jitter e perda de pacotes chegando-se a uma conclusão se os requisitos dos parâmetros relacionados estão satisfatórios para suportar os serviços propostos exigidos pela tecnologia IPTV.

O Iperf é um software cliente/servidor para análise de desempenho de redes adequado para medições ativas. Além das medições, esse software pode ser usado como um gerador de carga na rede. Também com o Iperf é possível medir o Jitter (variação do atraso) e a perda. O Iperf é capaz de usar tanto o protocolo UDP, quanto o TCP e pode lidar com múltiplas conexões simultâneas.

O cenário no qual será feita a análise técnica é visualizado na figura 21, de acordo com a representação gráfica dos seus respectivos enlaces conforme levantamento das informações de tráfego das aplicações atuais utilizadas na rede como: E-mail, navegação Web, transferência de arquivos e as citadas no quadro 22, baseado na avaliação dos parâmetros de QoS, cujos resultados foram subsídios para montagem do quadro 24, que corresponde à análise do levantamento das aplicações antigas da rede, como descrito no item 4.4.

Foram utilizados para realizar os experimentos a sala de pesquisa 2 do curso de Biotecnologia na UFAM e a sala B12 do departamento de Engenharia da Computação na UEA-EST com seus respectivos usuários como visualizado na figura 22.

Figura 21 - Mapa de Rede UFAM-Biotecnologia /UEA-EST

As métricas de QoS adotadas para realizar os experimentos foram a vazão, o jitter, o atraso e a perda de pacotes. Para realizar as medições utilizou-se uma aplicação no qual gerou uma banda de 1 Mbps.

As medições foram realizadas por meio da ferramenta Iperf configurada para uma vazão de 1,05 Mbps com duração de 20s com intervalos de 4s e fornece dados de jitter e perda de pacotes, o protocolo utilizado foi o UDP e a porta foi a 5001. Sendo que na montagem do quadro 24, o experimento foi feito com as aplicações antigas da rede, configurado da seguinte forma: Pop-AM como servidor com o IP 200.129.156.18 e os clientes Biotecnologia na UFAM com o IP 10.142.10.202 e UEA-EST com o IP 172.26.17.100.

Figura 22 - Mapa de Rede das Aplicações Antigas

As figuras a seguir foram obtidas do console do Iperf no qual mostra os resultados obtidos a partir das aplicações antigas da rede por meio da avaliação dos parâmetros de QoS.

```
Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)

[108] local 10.142.10.202 port 49502 connected with 200.129.156.18 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 4.0 sec    512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 8.0 sec    512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-12.0 sec    512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-16.0 sec   511 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-20.0 sec   512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec    0.119 ms    0/ 1785 (0%)
[108] Sent 1785 datagrams

C:\Users\Lanna\Desktop>iperf.exe -u -c 200.129.156.18 -p5001 -t20 -i4

Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)

[108] local 10.142.10.202 port 49506 connected with 200.129.156.18 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 4.0 sec    514 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 8.0 sec    511 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-12.0 sec    512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-16.0 sec   512 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-20.0 sec   511 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec    0.112 ms    0/ 1785 (0%)
[108] Sent 1785 datagrams
```

Figura 23 - Análise Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM –Biotechnologia


```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:

Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Média = 1ms

```

Figura 24 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[108] local 172.26.17.100 port 49488 connected with 200.129.156.18 port 6969
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes   1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes   1.05 Mbits/sec    0.097 ms    0/ 1785 (0%)
[108] Sent 1785 datagrams

C:\Users\Lanna\Desktop>iperf.exe -u -c 200.129.156.18 -p6969 -t20 -i2
Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 6969
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)

[108] local 172.26.17.100 port 49489 connected with 200.129.156.18 port 6969
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes   1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.49 MBytes   1.04 Mbits/sec    0.066 ms    7/ 1785 (0.39%)
[108] Sent 1785 datagrams

```

Figura 25 - Análise vazão, jitter e perda de pacotes PoP-AM via UEA-EST

```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:

Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=3ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Média = 2ms

```

Figura 26 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST

O quadro 24 é referente a análise do levantamento dos parâmetros de QoS das aplicações antigas, no qual foi construído a partir da coleta de dados feita pela ferramenta Iperf conforme figuras 23, 24, 25 e 26 visualizadas anteriormente.

Quadro 24 - Análise Aplicações Antigas

Serviços/Requisitos Endereços	Endereço de Origem	Endereço de Destino	Porta de Origem	Porta de Destino	Vazão	Delay	Jitter	Perda de Pacotes
Aplicações Antigas PoP-AM/UFAM-Biotecnologia	10.142.10.202	200.129.156.18	49502	5001	1,05 Mbps	1 ms	0,119 ms	0 %
Aplicações Antigas PoP-AM/UEA-EST	172.26.17.100	200.129.156.18	49489	6969	1,05 Mbps	2 ms	0,066 ms	0,39 %

As novas aplicações de Vídeo ao Vivo e VoD foram avaliadas com as ferramentas citadas anteriormente baseada na análise de requisitos dos parâmetros de QoS afim de avaliar se a rede suportaria os serviços da tecnologia IPTV.

O quadro 25 foi obtido por uma aplicação de um vídeo ao vivo e um VoD a partir da RNP como mostra a figura 27, para fazer a comparação das aplicações antigas e as novas aplicações, leva-se em consideração que o acesso às aplicações de vídeo ao vivo e VoD não estão disponíveis na rede para os usuários, os mesmos precisam de uma autorização de acesso por meio do endereço físico de sua máquina, solicitação feita junto ao CPD de cada instituição.

Figura 27 - Mapa de Rede das Aplicações Novas

As figuras a seguir foram obtidas do console do Iperf no qual mostra os resultados obtidos a partir das novas aplicações da rede por meio da avaliação dos parâmetros de QoS.

```

Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
[108] local 10.142.10.202 port 49359 connected with 200.129.156.18 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec    0.652 ms    0/ 1785 (0%)
[108] Sent 1785 datagrams

```

Figura 28 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM –Biotecnologia- Aplicação Vídeo ao Vivo

```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:

Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
          perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Média = 1ms

```

Figura 29 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia - Aplicação Vídeo ao Vivo

```

Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
[108] local 10.142.10.202 port 49497 connected with 200.129.156.18 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec    257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec    256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec   257 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec   256 KBytes    1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec    2.50 MBytes    1.05 Mbits/sec    0.696 ms    0/ 1785 (0%)
[108] Sent 1785 datagrams

```

Figura 30 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UFAM –Biotecnologia - Aplicação VoD

```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:

Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=59

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
          perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Média = 1ms

```

Figura 31 - Análise do Atraso PoP-AM via UFAM –Biotecnologia Aplicação VoD

```

[108] 0.0- 2.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec 2.50 MBytes 1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec 2.46 MBytes 1.03 Mbits/sec 0.275 ms 31/ 1785 <1.7%>
[108] Sent 1785 datagrams

C:\Users\Lanna\Desktop>iperf.exe -u -c 200.129.156.18 -p6969 -t20 -i2
-----
Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 6969
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
[108] local 172.26.17.100 port 49658 connected with 200.129.156.18 port 6969
[ ID] Interval Transfer Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec 2.50 MBytes 1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec 2.50 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.170 ms 0/ 1785 <0%>
[108] Sent 1785 datagrams

```

Figura 32 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UEA-EST Aplicação Vídeo ao Vivo

```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:

Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=4ms TTL=56

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 4ms, Média = 2ms

```

Figura 33 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST Aplicação Vídeo ao Vivo

```

Client connecting to 200.129.156.18, UDP port 6969
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
[108] local 172.26.17.100 port 49658 connected with 200.129.156.18 port 6969
[ ID] Interval Transfer Bandwidth
[108] 0.0- 2.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 2.0- 4.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 4.0- 6.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 6.0- 8.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 8.0-10.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 10.0-12.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 12.0-14.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 14.0-16.0 sec 257 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 16.0-18.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 18.0-20.0 sec 256 KBytes 1.05 Mbits/sec
[108] 0.0-20.0 sec 2.50 MBytes 1.05 Mbits/sec
[108] Server Report:
[108] 0.0-20.0 sec 2.50 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.170 ms 0/ 1785 <0%>
[108] Sent 1785 datagrams

```

Figura 34 - Análise da Vazão, Jitter e Perda de Pacotes PoP-AM via UEA-EST Aplicação VoD

```

Disparando 200.129.156.18 com 32 bytes de dados:
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=1ms TTL=56
Resposta de 200.129.156.18: bytes=32 tempo=2ms TTL=56

Estatísticas do Ping para 200.129.156.18:
  Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
perda),
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Média = 1ms

```

Figura 35 - Análise do Atraso PoP-AM via UEA-EST

Aplicação VoD

A seguir visualiza-se o quadro 25 referente às informações coletadas na infraestrutura por meio de amostragem nos horários de pico utilizando a ferramenta Iperf avaliando os parâmetros de QoS para as novas aplicações.

Quadro 25 - Análise Aplicações Novas

Serviços/Requisitos Endereços	Endereço de Origem	Endereço de Destino	Porta de Origem	Porta de Destino	Vazão	Delay	Jitter	Perda de Pacotes
Vídeo ao Vivo PoP- Am/UFAM Biocienciologia	10.142.10.202	200.129.156.18	49359	5001	1,05 Mbps	1 ms	0,652 ms	0 %
Vídeo ao Vivo PoP- Am/UEA-EST	172.26.17.100	200.129.156.18	49658	6969	1,05 Mbps	2 ms	0,275 ms	1,7 %
VoD PoP-AM/UFAM- Biocienciologia	10.142.10.202	200.129.156.18	49497	5001	1,05 Mbps	1 ms	0,696 ms	0 %
VoD PoP-AM/UEA-EST	172.26.17.100	200.129.156.18	49658	6969	1,05 Mbps	1 ms	0,170 ms	0 %

Baseado nas medições e análise dos experimentos coletados observou-se que as medições dos parâmetros de QoS obtidas com a ferramenta Iperf utilizando as aplicações antigas e novas foi registrada uma variação de desempenho na rede ocasionando bastante travamentos no vídeo ao vivo prejudicando o cliente final o que foi constatado pelo parâmetro perda de pacotes.

4.6 Diagnóstico

A próxima etapa do método proposto é a etapa de diagnóstico, na qual conforme a coleta de dados obtidas no item 4.5, a infraestrutura não suportou os serviços da tecnologia IPTV e o parâmetro perda de pacotes não atendeu aos requisitos,

causando um efeito de travamento no vídeo, de modo a atender os requisitos isso exige uma análise e identificação da causa.

4.6.1 Análise dos resultados

Baseado na análise de cada experimento e considerando os dados coletados, observou-se que a rede quando aplicado o vídeo ao vivo da RNP via UEA/EST, o parâmetro perda de pacotes obteve 1,7% de perda, na qual comprometeu a qualidade de vídeo e não atendeu os requisitos da exigência dos serviços IPTV. Além disso, não se verificou essa taxa de perda quando o fluxo era visto do cliente UFAM-Biotecnologia conforme visualizado na figura 36.

Figura 36 - Análise da perda de pacotes

A seguir são apresentadas algumas conclusões e recomendações de acordo com as informações coletadas na rede.

- 1- O problema de perda de pacotes não está no backbone da RNP;
- 2- As taxas de ocupação dos enlaces estão baixas. Isso sugere problemas de ocupação da CPU ou de memória nos nós dos switches REPAM, UEA ou UEA/EST;
- 3- Um mecanismo de priorização de tráfego resolveria o problema para a aplicação de IPTV, mas pode causar problemas para outras aplicações. O certo é constatar onde está o problema e trocar os switches.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Cumprimentos dos objetivos

O objetivo do trabalho foi alcançado pois conseguiu-se aplicar o método de análise técnica de rede para implantar serviços oferecidos pela tecnologia IPTV e para cumprir esse objetivo foi necessário a revisão da literatura, ou seja, dos conceitos referentes à tecnologia IPTV e QoS. Utilizou-se as etapas do método proposto no levantamento das informações, análise de requisitos, avaliação dos parâmetros de QoS, definição do projeto lógico e análise e validação utilizando como prova de conceito o cenário da RNP conhecida como rede Ipê por meio do PoP-Am/UFAM e UEA.

Foi possível verificar a validade do método, pois apesar de a rede estar em aparente boas condições de carga, foi detectado um problema importante.

5.2 Contribuições

Com a incorporação de procedimentos específicos para redes WAN em tecnologias convergentes, aplicações e serviços oferecidos pela tecnologia IPTV baseado nos modelos de (BONIS, 2006) e (ZAPATER, 2007) o método proposto avalia se uma infraestrutura estaria apta a oferecer os serviços ofertados pela tecnologia IPTV por meio da avaliação dos parâmetros de QoS. Uma vez testado, o método confirma a eficácia por meio dos resultados obtidos nos experimentos realizados na rede utilizando a ferramenta Iperf. A partir dos experimentos realizados na rede, foram identificados os principais desafios para tornar uma rede capaz de oferecer serviços oferecidos pela tecnologia IPTV baseado na avaliação dos parâmetros de QoS.

5.3 Conclusões

A avaliação do método proposto do capítulo 3 contribuiu para a elaboração deste projeto, uma vez que foram utilizados quando aplicados, os formulários demonstrando eficácia na coleta de informações.

O resultado obtido com a aplicação do método proposto foi importante para determinar o comportamento da rede, estabelecendo técnicas de pesquisas e levantamento de dados a fim de conhecer melhor o cliente e informar as necessidades de adequação para oferecer os serviços IPTV, além de comprovar a competência do Pop-AM e RNP em relação à administração, suporte aos seus clientes e trabalhando em novos projetos que visam a melhoria dos serviços, disponibilizando uma infraestrutura cada vez mais robusta e com isso contribuindo com o processo de ensino aprendizado na região.

5.4 Trabalhos futuros

Sugere-se como continuidade desse trabalho a criação de um modelo de gerenciamento de redes para melhor utilizar os recursos oferecidos pela tecnologia IPTV visto que a UEA possui um projeto junto aos municípios do Estado do Amazonas baseado no Sistema Presencial Mediado por Tecnologia nos cursos de Educação Física, Matemática e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Portanto, seria uma boa oportunidade para desenvolver um projeto de otimização dos parâmetros de QoS para a transmissão das aulas de determinado curso, e que a otimização seja adequada de acordo com o curso e as características da região Amazônica, de tal forma que contribua na construção do conhecimento da região.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, I.C. **Desempenho em Ambiente WEB Considerando Diferenciação de Serviços (QoS) em Caches, Redes e Servidor: Modelagem e Simulação**, 2008. 171p. Tese de (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

BONIS, A.C.L de. **Metodologia para Avaliação e Projeto de Modernização de Redes Locais de Computadores**, 2006. 258p. Dissertação de (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRADEN, R.; CLARK, D.; Shenker S. **Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview**, RFC 1633, 1994.

DUTKIEWICZ, E.; BOUSTEAD, P. **Analysis of Per-Flow and Aggregate QoS in Scalable QoS Network**. Proceedings IEEE, 2002.

FARREL, A. **A Internet e seus Protocolos: "Uma Análise Comparativa"** . Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.

GABOS,D.; CARVALHO, T.C.M.B.**Tecnologias Convergentes**. São Paulo: Epusp, 2009.

HAYKIN, S. **Sinais e Sistemas**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

KIM, D.G.; CHOI, L.K.; LEE, S.S.; KIM, J. **Requirements for Internet Media Guides on Internet Protocol Television Services**. Draft, IETF, 2005.

KOROLKOVAS,I. **Sistema de Monitoramento de Transmissão de TV Digital em Redes Convergentes Heterogêneas**, 2007. 83p. Dissertação de (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

KUROSE, J.F.; ROSS, K.W. **Redes de computadores e a Internet**: uma abordagem topdown. Revisão técnica de Wagner Luiz Zucchi. 3ª edição. São Paulo: Person Addison Wesley, 2006.

FERGUTZ, L. **Redes de computadores Telecomunicações II**. PUC-PR PPGIA, Curitiba, Novembro de 2007.

LIU, B. H.; RAY, P.; JHA, S. Mapping Distributed Application SLA to Network QoS Parameters. In: ICT, 2003. **Proceedings. of ICT**, Uskov: **IEEE-2003**, p. 1230 – 1235

MAIA, L.P. **Arquitetura de Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. p 147-180.

MARTINS, J. **Qualidade de Serviço (QoS) em Redes IP Princípios Básicos, Parâmetros e Mecanismos**, JSMNet Networking Reviews - Vol. 1 - N° 1, 1999.

McCABE, J.D. **Network Analysis, Architecture, and Design**. 3ª edição. USA: Morgan Kaufmann, 2007.

MELO, J.C de. **Estudo da Utilização de Mecanismos de QoS em Redes com Enlace de Banda Estreita**, 2005. 136p. Dissertação de (Mestrado) - Universidade Federal de São Luís, São Luís, 2005.

OYAMA, C. S. O.; LUCENA S. C. NEWSGEN, Boletim sobre tecnologia de redes produzido e publicado pela RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, Maio 2003.

PETERSSON, D. A.; HENNESSY, J. L. **Organização e Projetos de Computadores**: A Interface Hardware/ Software, 2ª edição, Editora LTC.

REDÍGOLO, F.F. **Arquitetura de Ambientes de IPTV com Serviços de privacidade**, 2008. 108p. Tese de (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

RICHTER, J.P.; MEER, H. **Towards Formal Semantics for QoS Support**. Draft, IEEE, 1998.

SERUFFO, M. C. R.; RUSSILLO D. **Avaliação de Desempenho de Tráfego IPTV sobre pDSL** - Uma Abordagem baseada em Aferição, Departamento de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Federal do Pará.

SOUZA, D. S.; OLIVEIRA, F. **Geração de Guia Global de Programação de Canais para IPTV**. Niterói, 2006. Monografia- Universidade Federal Fluminense.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 4. Ed. Editora Campus.

THOMSON, J. **IPTV - Market, Regulatory Trends and Policy Options in Europe**. ITU-T IPTV Global Technical Workshop, Seoul - República da Korea, 2006.

UILECAN, I.V.; ZHOU, C.; ATKIN, G.E. **Framework for delivering IPTV Services over Wimax Wireless Network**. Proceedings IEEE, 2007.

VIANA, A.C.; JUKEMURA, A. S.; XAVIER, D.A.; CARDOSO K. V. **“Perspectivas sobre qualidade de serviço nos protocolos da Internet - Estudo de Caso: Aplicações de vídeo sob demanda.”** NEWSGEN, Boletim sobre tecnologia de redes produzido e publicado pela RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, Julho 2000.

WALKO, J. “I Love My IPTV”. In: **IEEE Communications Engineer**, pp. 16- 19, Dec. 2005.

WAN, F.; CAI, I.; GULLIVER, A. Can We Multiplex IPTV and TCP?, **IEEE Communications Society**, pp. 5804- 5806, 2008.

ZAPATER, M. N. **Análise Técnico-Econômica da Introdução de Serviços IPTV por Operadoras de Telecomunicações**, 2007. 287p. Dissertação de (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.