

**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

MAICON DOS SANTOS TONEZI

IPTV – Soluções de Tráfego em Protocolo IGMP

**MARÍLIA
2014**

MAICON DOS SANTOS TONEZI

IPTV – Soluções de Tráfego em Protocolo IGMP

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador
Prof. Me. Emerson Alberto Marconato

MARÍLIA
2014

Tonezi, Maicon dos Santos
IPTV – Soluções de Tráfego em Protocolo IGMP / Maicon dos Santos
Tonezi;Orientador: Prof. Emerson Alberto Marconato.
Marília,SP:[s.n.],2014.
70 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) - Curso
de Sistemas de Informação, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da
Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –
UNIVEM, Marília, 2014.

1. IGMP 2. *Multicast* 3. IPTV 4. *Unicast*
CDD: 004.6



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – AVALIAÇÃO FINAL

Maicon dos Santos Tonezi

IPTV – Soluções de tráfego em protocolo IGMP

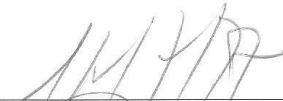
Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

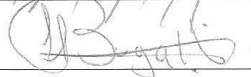
Nota: 8,0 (oitto)


Orientador: Emerson Alberto Marconato

1º. Examinador: Ildeberto de Gênova Bugatti

2º. Examinador: Mauricio Duarte







Marília, 01 de dezembro de 2014.

*Dedico este trabalho a minha namorada
Talita, por ser minha motivação, em todos os
momentos árduos desses 4 anos de graduação.*

AGRADECIMENTOS

A minha namorada Talita, que além de ser minha namorada, também é minha companheira e amiga, me ajudando com as melhores palavras certas nos momentos mais difíceis, assim me motivando para a conclusão da minha graduação, é uma alegria poder dedicar a conclusão deste trabalho a ela, aquela que sei que sempre posso confiar e quero estar sempre ao seu lado.

Ao meu orientador Marconato, que ao longo deste ano se dispôs em me auxiliar na conclusão desse trabalho, sendo sempre presente e ajudando no necessário.

Aos meus amigos Flávio, Guilherme, Gustavo, que sempre me ajudaram e que tornaram os árduos dias de estudo um pouco mais felizes e que sempre pude contar em todas as necessidades. E também ao meu amigo Wainer, que me deu o auxílio final para conclusão desse trabalho.

A todos os professores do UNIVEM, que durante esses quatro anos me passaram muitos conhecimentos, os quais levarei por toda a minha vida.

Não faz sentido olhar para trás e pensar: devia ter feito isso ou aquilo, devia ter estado lá. Isso não importa. Vamos inventar o amanhã, e parar de nos preocupar com o passado.

(Steve Jobs)

RESUMO

A IPTV (*Internet Protocol Television*) tem como característica principal a entrega de transmissão de sinais de TV via redes IP privadas. Neste trabalho é realizado um estudo de como funciona o processo de transmissão (*Broadcast*), é abordado toda a arquitetura, seus serviços e diferenciais que tornam o serviço de IPTV um provável substituto aos serviços atuais de transmissão de TV (TV a cabo e satélite). O que torna o IPTV diferente dos serviços de transmissão de TV que se podem encontrar na internet é a forma de entrega e qualidade do serviço, que é possível garantir através do QoS. O IPTV tem como grande diferencial a longa lista de serviços que podem ser agregadas a TV, tornando a TV da sua casa em uma grande central multimídia.

Palavras-Chave: IPTV, QoS, Broadcast e Central Multimídia

ABSTRACT

The IPTV's main characteristic broadcast delivery of TV signals via private IP networks. In this article a study of how the process of transmission (Broadcast) work is performed, is approached all the architecture, its services and advantages that make IPTV a likely replacement for current services broadcast TV (cable and satellite). What makes it different from broadcast TV services that can be found on the internet IPTV is the way of delivery and quality of service that can be guaranteed through QoS. IPTV has the great advantage the long list of services that can be aggregated to the TV, making your home TV on a big media center.

Keywords: -IPTV, QoS, Broadcast and Media Center

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de Referência Arquitetura IPTV – Fonte Thompson Adaptado por Zabater	27
Figura 2 - Processo de Compressão - Fonte CAVENDISH2 2005	31
Figura 3 Compressão MPEG -Fonte MPEG compressiontechnique.....	33
Figura 4 Catálogo de VOD - Fonte Rodrigues 2006.....	34
Figura 5 Integração Sistema Envivio - Fonte Rodrigues 2006.....	35
Figura 6 Guia Eletronico Sistema Imagenio - Fonte Rodrigues 2006.....	35
Figura 7 Interfaces Sistemas Imagenio - Fonte Rodrigues 2006.....	36
Figura 8 STB Modelo CiaNet - Fonte CiaNet.....	37
Figura 9 STB Modelo Albis - Fonte Albis Technologies.....	37
Figura 10 Curva de Popularidade de Vídeo - Fonte Zabater 2007	38
Figura 11 Arquitetura de Rede - Fonte Zabater 2007.....	40
Figura 12 Rede de Acesso - Fonte Zabater 2007.....	41
Figura 13 Rede PON Estrela Passiva - Fonte Autor.....	42
Figura 14 Rede Ethernet Estrela Ativa - Fonte Autor	43
Figura 15 Rede Ethernet Ponto-a-Ponto - Fonte Autor	43
Figura 16 Sistema Integrado de Gerencia IPTV - Fonte Zabater 2007	45
Figura 17 Rede Unicast - Fonte Autor.....	47
Figura 18 Rede Broadcast - Fonte Autor	48
Figura 19 Rede Multicast - Fonte Autor.....	49
Figura 20Membership Query - Fonte Dig 2012 Adaptado por Tonezi	51
Figura 21MembershipReport - Fonte Dig 2012 Adaptado por Tonezi	51
Figura 22 Rede de Teste Unicast - Fonte Autor	53
Figura 23 Servidor de Vídeo - Fonte Autor.....	53
Figura 24 Localizar Vídeo – Fonte Autor	54
Figura 25 Confirmação de Arquivo de Vídeo Fonte Autor.....	55
Figura 26 Protocolo HTTP – Fonte Autor.....	55
Figura 27 Porta 8080 – Fonte Autor.....	56
Figura 28 Formato MPEG 2 – Fonte Autor.....	57

Figura 29 Processo Finalizado – Fonte Autor	58
Figura 30 VLC Transmitindo – Fonte Autor	58
Figura 31 Host 192.168.0.2 – Fonte Autor	59
Figura 32 Host Solicitando Vídeo – Fonte Autor	59
Figura 33 Host recebendo Tráfego de Vídeo – Fonte Autor	60
Figura 34 Host 192.168.0.3 – Fonte Autor	60
Figura 35 Host 192.168.0.4 – Fonte Autor	61
Figura 36 Hosts recebendo o Tráfego – Fonte Autor	62
Figura 37 Processo de Tráfego em Rede Unicast	63
Figura 38 Protocolo RTP – Fonte Autor	64
Figura 39 IP Classe D 224.1.2.3 – Fonte Autor	64
Figura 40 Host Direcionado para o Grupo 224.1.2.33 – Fonte Autor	65
Figura 41 Host Recebendo Tráfego do Grupo IGMP – Fonte Autor	66
Figura 42 Hosts recebendo do Grupo Multicast – Fonte Autor	66
Figura 43 Rede de Teste Multicast – Fonte Autor	67
Figura 44 Gráfico de Consumo Unicast Teste 1 – Fonte Autor	68
Figura 45 Resultados Unicast – Fonte Autor	68
Figura 46 Gráfico de Consumo Multicast Teste 1 – Fonte Autor	69
Figura 47 Resultados Multicast – Fonte Autor	69
Figura 48 Consumo de Banda Unicast x Multicast – Fonte Autor	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Serviços do IPTV – Fonte (ZABATER, 2007)	22
Tabela 2-Comparativo de Formatos SDTV e HDTV – Fonte Autor	24
Tabela 3 - Comparativo entre MPEG 2 e MPEG 4 - Fonte Autor	28
Tabela 4 Largura de Banda - Fonte Autor	40
Tabela 5 Largura de Banda BPON/GPON/EPON - Fonte Autor.....	44
Tabela 6 Classe D Reservas de IP - Fonte Autor	49
Tabela 7 Testes de Consumo de Tráfego Uniscat – Fonte Autor	68
Tabela 8 Testes de Consumo de Tráfego Multicast – Fonte Autor	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface
ARP	Address Resolution Protocol
ATM	Asynchronous Transfer Mode
DNG	Delivery Network Gateway
DTH	Directto The Home
DVD	Digital Versatile Disc
EPG	Eletronic Program Guide
ETON	Enhanced Telecommunications Operations Model
FTP	File Transfer Protocol
FTTCab	Fiber to the Cabinet
FTTCurb	Fiber to the Curb
FTTH	Fiber-to-the-Home
FVOD	Free Video On Demain
GOP	Group of Picture
HDTV	High Definition Television
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television

IRB	Integrated Receivers Decoders
ISO	International Standardization Organization
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
ITU	International Telecommunication Union
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LNB	Low Noise Block
LOL	League Of Legends
MAN	Metropolitan Area Network
MMOG	Massively Multiplayer Online Games
MPEG	Moving Picture Experts Group
NVOD	Near Vide On Demand
OLT	Optical Line Terminal
ONU	Optical Network Unit
OSI	Open Systems Interconnection
PES	Packetized Elementary Stream
PON	Passive Optical Network
QoE	Qualityof Experience
QoS	Quality of Service
SDK	Software Development Kit
SDTV	Standard Definition Televison
SHE	Super Head-End
SMPTC	Society Of Motion Pecture and Television Engeinners
SMTP	Simple Mail TransferProtocol
STB	Set-Top-Box
SVOD	Subscription Video On Demand

VHO	Video Hub Office
VOD	Video On Demand
VSO	Video Serving Office
WAN	Wide Area Network
WM9	Windows Media 9

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Problemática.....	18
1.2. Motivação.....	18
1.3. Objetivo.....	19
1.3.1. Objetivos específicos.....	19
2. IPTV.....	20
2.1. Diferenciais	22
2.2. Vídeo.....	23
2.3. Áudio.....	24
2.4. Comunicação.....	25
2.5. Entretenimento	26
2.6. Comércio	26
2.7. Utilitários.....	26
2.8. Arquitetura IPTV.....	27
2.9. Estrutura da IPTV.....	28
2.9.1. Camada de Serviço.....	28
2.9.2. Set-Top Box	36
2.9.3. Servidores de Vídeos.....	37
2.10. Estrutura de Rede	39
2.11. Estrutura de Acesso.....	41
2.12. Estrutura de Gerenciamento.....	44
3. ROTEAMENTOS DE ENTREGA DE CONTEÚDO	46
3.1. Unicast.....	47
3.2. Broadcast.....	47
3.3. Multicast.....	48
3.4. IGMP.....	50
4. METODOLOGIA	52
4.1. Teste de Desempenho.....	52
4.2. Resultados	67
5. CONCLUSÃO	70
BIBLIOGRAFIA.....	72

1. INTRODUÇÃO

Com foco na apresentação do cenário IPTV (*Internet Protocol Television*) no Brasil, essa monografia visa levar uma melhor compreensão sobre a tecnologia empregada no serviço de transmissão de conteúdo televisivo através do protocolo IP, serviço ainda pouco implementado em território nacional por conta da falta de conhecimento de seus benefícios, ainda há uma grande apreensão no mercado de telecomunicação pela falta de conhecimento da tecnologia que é empregada para realizar a implantação em provedores nacionais, que tem também como dificuldades a implantação de tal serviço em cenário nada favorável quando se trata de qualidade de internet no Brasil. De acordo com o último relatório disponibilizado pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) em dezembro de 2013 constatou-se queda de qualidade em todos os serviços de internet no Brasil o que acaba sendo um espelho para provedores não buscam inovações no segmento de telecomunicações em foco em distribuições de canais pagos, focando em tecnologias já tradicionais como via satélite e cabo, porém já defasadas quando se comparadas a IPTV e suas enormes integrações com outros serviços (ANATEL, 2013). De acordo com um estudo realizado pela Akamai, umas das maiores empresas em armazenamento de dados, que presta serviços para gigantes da tecnologia como *Facebook*, *Twitter*, *MySpace*, *Amazon* e *Netflix*, entre outras, mostra que o Brasil ocupa a 83ª posição no quesito velocidade de internet, mostrando que apesar de estar havendo um crescimento, nossa conexão em banda larga em média possui 2,7 *Mbps*, para nível de comparação o país considerado pela Akamai como melhor do mundo é a Coreia do Sul, dona de uma velocidade média de 21,9 *Mbps*. Porém fica mais evidente o atraso do Brasil nesse sentido quando nos comparamos ao Uruguai que ocupa a 25ª posição com uma velocidade média de 36,7 *Mbps* (AKAMAI, 2013).

A monografia foca no estudo da tecnologia para que se possa entender melhor a importância do teste de desempenho que será elaborado. Utilizando-se do protocolo IGMP (*Internet Group Management Protocol*), irá ser demonstrado a eficiência do mesmo quando o assunto é distribuição em grande escala de conteúdo de vídeo, sendo assim possível haver um melhor aproveitamento da tecnologia IPTV no Brasil, local esse que ainda está atrás de outros países do mundo quando se trata de velocidade de internet como foi citado acima. O Protocolo IGMP trabalha de forma a gerenciar um fluxo de tráfego em *multicast*, tratando a entrega por grupos de *host*, ao invés do tradicional formato de requisição cliente e servidor, essa última forma mais comum quando há uma requisição de serviço ou conteúdo alocado em um local fora da sua rede, porém fica muito difícil imaginar distribuir um serviço de IPTV

através desse conceito lembrando que iria ser necessária uma estrutura enorme para atender a requisição de milhares de pessoas a vários conteúdos diferentes (canais de TV) direcionando-os para um servidor, haveria muitos problemas em desempenho. A monografia espera mostrar a eficiência do protocolo IGMP em desempenhar essa função de entrega de conteúdo, sem perder a qualidade.

1.1. Problemática

As redes de computadores com o decorrer do tempo se tornaram muito mais amplas e complexas devido à popularização da Internet e suas possíveis aplicações, tais como tráfego de dados, áudio, vídeo e voz. A largura de banda empregada para realizar esses serviços se tornou um grande problema com essa gama de serviços e o crescimento da utilização dos mesmos, seja por empresas ou pessoas físicas.

No conceito de entrega desses serviços, seria necessário que um servidor transmitisse o tráfego até o ponto final da rede, porém fica mais complicado quando existem centenas ou até mesmo milhares de destinos; o servidor deveria emitir uma cópia para cada destino final, falando no caso específico de um *stream* de vídeo (fazendo o papel da IPTV), isso implicaria em um esforço extremamente alto no servidor e na banda que seria utilizada, com certeza isso lhe mostraria uma rede ineficiente para esse fim.

1.2. Motivação

O crescimento recente da economia brasileira fez com que a população tivesse acesso a meios de comunicação ao qual não conseguia até a poucos anos atrás, como por exemplo, TV por assinatura, onde são disponibilizados canais fechados, abrindo um grande leque de novas informações à população brasileira.

As grandes operadoras via satélites e cabos (fibra óptica e cabo coaxial) viram nesse mercado um novo mundo de consumidores e graças à concorrência os preços caíram, mas com isso a qualidade do mesmo também. Com os consumidores cada vez mais exigentes e com a tendência de cada vez mais haver integração de informação, surge como grande solução de mercado o método de transmissão de TV por meio do protocolo IP (*Internet Protocol*) à IPTV, a integração a meio de informação, redes sociais, acesso a web, tudo

integrado com seu aparelho de televisão e a comodidade de ver sua programação também em outros meios, como computadores, *tablets* e aparelhos *smartphones*.

A tecnologia ainda não foi totalmente dominada no Brasil, ainda são tratadas como testes na maioria das operadoras que disponibilizaram o serviço no país. Com isso há a necessidade do aperfeiçoamento da tecnologia no mercado nacional para que o serviço seja entregue com custo aceitável para os provedores e com qualidade para o cliente

1.3. Objetivo

O trabalho mostrará o funcionamento de uma estrutura de serviço de um provedor IPTV, detalhando seu conceito de rede, serviço e diferenciais em comparação com outras maneiras de transmitir sinal de TV, como por exemplo, sinal via satélite e cabo (cobre). Após o entendimento do serviço IPTV será apresentado o conceito *Multicast* e seu protocolo IGMP, esse protocolo é a grande solução para disponibilizar conteúdo em larga escala em rede IP, se utilizando de uma largura aceitável de banda, pois a mesma se baseia na entrega por grupos de *hosts* e não por *host* finais solicitando o serviço.

Por último será desenvolvido uma rede virtualizada onde será transmitido um conteúdo de *stream* de vídeo para um pequeno grupo de *host*, de forma a realizar uma comparação dos meios disponíveis de se realizar essa entrega.

1.3.1. Objetivos específicos

Os objetivos específicos serão:

- Realizar estudo sobre o serviço IPTV.
- Realizar estudo sobre roteamento *Multicast* e Unicast.
- Realizar estudo sobre protocolo IGMP.
- Conseguir dados de comparação de entrega de conteúdo de vídeo em uma rede (virtualizada) se utilizando do *software* de monitoramento *Zabbix*.
- Chegar a uma conclusão sobre a eficiência do tráfego *Multicast*.

2. IPTV

A IPTV consiste na entrega de transmissão de TV ao vivo e sob demanda por meio do protocolo de rede IP (LOVISOTO 2012). A definição de IPTV de acordo com ITU (*International Telecommunication Union*) é: IPTV é definida como serviços multimídia tais quais: televisão/vídeo/áudio/texto/gráficos/dados são entregues por redes baseadas em IP gerenciadas para prover os níveis de *QoS (Quality of Service) / QoE(Quality of Experience)*, segurança, interatividade e confiabilidade requeridos”. A IPTV agrega diversos serviços que faz com que se diferencie dos outros meios de difusão mais utilizados no Brasil, como TV via rede de cabo e recebimento de sinal via Satélite. A forma como a IPTV se transmite em forma de dados, trafegando em uma rede IP oferece a oportunidade de se ter serviços aos quais ficavam limitados aos computadores, *smartphones e tablets*, vale ressaltar que isso é possível graças à transmissão via IP, por atuar em uma rede onde se passam dados havendo a oportunidade de se ter uma comunicação em via dupla (*Up e Down*), abre-se então um leque de aplicativos voltados exclusivamente para a IPTV, podendo até se utilizar de APIs (*Application Programming Interface*) para que sejam utilizados serviços já conhecidos do público, tal como, *facebook, instagram, twiter* entre outros. Empresas de telecomunicação que já possuem uma rede pronta onde se vende serviços de Internet e telefonia IP são as que estão focando nessa tecnologia, a oportunidade de se agregar mais um serviço ao seu portfólio para possuir o plano *triple play*, que consiste em agregar os três serviços básicos dos provedores de telecomunicação: Internet, telefone e TV em um único meio de transmissão, neste caso a fibra óptica, utilizando o conceito de FTTH (*Fiber-to-the-Home*), ou seja, serviço de fibra óptica do *headend* até a casa do cliente, assim sendo capaz de transferir todo esse conteúdo com qualidade e segurança, lhe permitirá entrar com força nesse segmento.

Existem vários motivos que levam as empresas de telecomunicação a investir nesse novo segmento de distribuição de canais de TV, deixando de lados os meios mais convencionais, entre elas podemos citar a busca por novas fontes de retorno financeiro, devido a grande concorrência no segmento de Voz e Dados; Competição entre operadoras que já oferecem soluções em formato Triple play (voz, dados e vídeo); Diferencial de outras empresas de serviços de Dados e Voz trazendo fidelização dos clientes com o serviço *Triple Play* conquistando clientes que por muitas vezes possuem contratos com várias operadoras de telecomunicações, cada uma ofertando um produto. A imensa gama de serviços e diferenciais que a tecnologia IPTV oferece, além do serviço básico de broadcast e vídeo sob demanda (VOID), essa tecnologia possui uma interatividade com seus clientes que outros meios de

difusão são incapazes de oferecer devido à limitação técnica da sua própria tecnologia de broadcast. Como já foi citado o IPTV trabalha com meios de distribuição bidirecionais com uma grande capacidade de transmissão e retorno o que gera a possibilidade de interação (ZABATER, 2007).

Para que um serviço seja considerado IPTV deve se seguir alguns critérios que foram determinados pela ITU, onde se determina que a transmissão do conteúdo deva ser de responsabilidade de um provedor, onde o mesmo fica responsável por zelar pelo que é transmitido, já que devem ser fixados contratos com os geradores de conteúdo e garantir que os direitos autorais sejam respeitados. Deve se transmitir apenas o que seu contrato lhe permite, assim como o cliente final realiza um contrato com o provedor, o provedor possui deveres com os canais que o mesmo tem em sua grade de programação. O conteúdo deve possuir um sistema que integre as tecnologias e serviços agregados que a IPTV permite, esses servidores são chamados de *Middlewares*. O provedor deve-se utilizar de uma rede privada para oferecer o serviço, pois só assim será capaz de cumprir as exigências técnicas do ITU, onde o QoS deve ser capaz de garantir a entrega do sinal com qualidade para o consumidor final e por último a necessidade de um STB (*Set-Top-Box*), que é responsável em decodificar os dados para que a TV possa receber essa transmissão com qualidade e ter com ele também a possibilidade de interatividade, segurança e a comunicação com o *Middleware*. Podemos descrever da seguinte forma: o IPTV deve ter os seguintes componentes: provedores de conteúdo, que são responsáveis por comercializarem o conteúdo dos programas de TV, provedores de serviço que fornecem o conteúdo contratado ou licenciado de um provedor de conteúdo, provedor de acesso que fornece o acesso ao usuário final à rede de dados do provedor de serviço; e dispositivos de visualização e segurança que são utilizados pelo cliente para acesso ao conteúdo ofertado da IPTV, como um *software* de visualização ou um STB (RODRIGUES 2006).

A IPTV pode ser muito confundida com a transmissão de TV ao vivo via internet, contudo não é a realidade, a transmissão via internet também conhecida como *Streaming* de vídeo ao vivo não se enquadra nas especificações, ficando claro que seu meio de difusão até seu consumidor final trafega através da rede aberta, na internet, sendo assim impossível garantir segurança de conteúdo e muito menos da qualidade, já que a mesma fica extremamente dependente da qualidade de internet do consumidor e não do provedor de conteúdo. Por circular na web torna-se impossível o controle da programação, por muitas vezes se tornando um meio de transmitir conteúdo pirateado quando o serviço não é oferecido

pelos próprios canais de televisão em seus *websites* como é realizado por muitas operadoras de TV hoje em dia no Brasil e no restante do mundo.

2.1. Diferenciais

A IPTV vai muito além de ser um meio de distribuição de canais abertos e fechados, em seu conceito a ideia é transformar a televisão em uma grande central multimídia trazendo inovação tecnológica, entretenimento, comunicação e utilidades. A IPTV foge a regra dos serviços básicos onde o foco é levar transmissão ao vivo e serviços de vídeos sobre demanda. Porém deve se deixar claro que a tendência mercadológica a principio tem como o foco os serviços tradicionais citados acima, porém o serviço evolui conforme a sofisticação e diferenciais que a empresa procura ao oferecer seus serviços. Para falar melhor sobre os serviços exclusivos da IPTV serão divididos em tópicos, para que sejam referenciados em cada área específica para que fique mais clara a inovação em cada um dos segmentos, serão eles: Vídeo, Áudio, Comunicação, Entretenimento, Comércio e Utilitário (ZABATER 2007), como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Serviços do IPTV – Fonte (ZABATER, 2007)

Video	Comunicação	Entretenimento
<ul style="list-style-type: none"> • Broadcast de Vídeo <ul style="list-style-type: none"> • Live TV • Pay per view • Vídeo Armazenado <ul style="list-style-type: none"> • VOD / nVOD / sVOD • <i>Time-shifted</i> TV • PVR/ NPVR 	<ul style="list-style-type: none"> • Telefonia <ul style="list-style-type: none"> • Video Telefonia • Video Conferência • <i>Video Mail</i> • <i>Voice Mail</i> Integrado • Identificador de chamadas • SMS / MMS • Serviço de Diretório • Internet <ul style="list-style-type: none"> • TV <i>Web Browsing / Walled Garden</i> • TV <i>Instant Messaging / Chat</i> • TV <i>e-mail</i> • Serviços de informação / alertas 	<ul style="list-style-type: none"> • Jogos • Apostas • Karaoke
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>T-commerce</i> • Propaganda direcionada / interativa / personalizada
Áudio		Utilitários
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Broadcast</i> de música • Música sob demanda 		<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento de vídeo / Segurança • Automação residencial • <i>E-learning</i>

2.2. Vídeo

Os serviços de vídeos se enquadram em duas arquiteturas diferentes, uma é a transmissão de vídeo ao vivo (TV) e outra é o serviço VOD (*Video On Demand*). A primeira nada mais é que do que a transmissão de TV da forma como a conhecemos de outros meios de comunicação, como TV aberta, via satélite; para o usuário final não há diferença, a comparação a outros meios fica restrita apenas a parte técnica de como é transmitida. A segunda arquitetura é o vídeo sobre demanda, tecnicamente conhecido como VOD, à característica do serviço é que sua disponibilidade não fica restrita a transmissão ao vivo, o conteúdo fica armazenado em um banco de dados para o usuário assistir quando e a hora que desejar, podendo usufruir do conforto como se estivesse vendo um filme em DVD (*Digital Versatile Disc*) tendo as opções de pausa, avançar e retroceder, esse diferencial é um grande avanço quando comparado com os serviços que atualmente se oferece no mercado. Nos provedores mais convencionais como os DTH (*Direct To The Home*), sistemas de TV via satélite esse conceito funciona em NVID (*Near Video On Demand*), ou seja, vídeo quase sobre demanda, sua ideia é a mesma, disponibilizar serviço de vídeo (normalmente filmes e séries) em forma de catálogo para compra do usuário, porém diferente do sistema VOD encontrado no IPTV a transmissão é realizada ao cliente de uma forma pré-programada, por exemplo, o filme X comprado pelo cliente será retransmitido a cada 5 minutos no período de dois dias, não havendo assim interatividade que é sempre buscada e implantada com o serviço IPTV (SILVA; LOVISOLO, 2007).

No serviço VOD o usuário pode selecionar o conteúdo que quiser, tais como filmes, documentários e eventos esportivos dentre outros e os pagam a parte da sua mensalidade convencional, desde que o provedor de serviço tenha os direitos adquiridos do provedor de conteúdo responsável pelas produções. VOD possui ramificações, como já citado, existe o serviço NVID mais comum entre as operadoras via satélite e cabo.

O SVOD (*Subscription Video On Demand*) que permite ao cliente pagar por vários títulos de uma vez, tendo uma coletânea a seu dispor.

E por último o FVID (*Free Video On Demand*) que oferece acesso gratuito a filmes e series normalmente oferecido em forma de promoções para o cliente.

Outro recurso importante que se enquadra no segmento Vídeo é o *Time-shifted TV*, essa tecnologia faz com que seja possível voltar o vídeo ao qual esteja assistindo mesmo estando vendo uma programação em *broadcast* que está sendo transmitida ao vivo, isso é possível porque o provedor de serviço deixa a transmissão que está sendo exibida salva em

um servidor por um determinado período de tempo, ou seja, há limitações, e quem é responsável por isso é o provedor.

Quando se fala em qualidade de imagem em IPTV não há diferenciais, a imagem pode ser transmitida nas formas que são realizadas hoje por qualquer provedor; há duas maneiras mais conhecidas quando se fala em qualidade de imagem: a SDTV (*Standard Definition Television*) que é a qualidade padrão de qualidade ofertada pela grande maioria dos provedores e também encontrada em serviços de DVD convencionais. A outra forma de se assistir a um vídeo é HDTV (*High Definition Television*) que possui qualidade de som e imagem muito superior à forma SDTV, porém para se chegar a esse nível de qualidade exige uma banda muito grande de transmissão. Na Tabela 2 é possível verificar a comparação entre os dois formatos.

Tabela 2-Comparativo de Formatos SDTV e HDTV – Fonte Autor

Característica	Analogico	SDTV	HDTV
Linhas Ativas	480i	480i ou 480p	720p ou 1080i ou 1080p
Pixels	aprox. 253.000	aprox. 480.000	920.000 @ 720p / 2.000.000 @1080i/p
Formato	4x3	4x3 ou 16x9	16x9
ProgressiveScan	Não	Sim	Sim
InterlacedScan	Sim	Sim	Sim
Áudio	2 Canais	2 Canais	até 48 Canais Digitais

2.3. Áudio

Na IPTV há duas propostas interessantes para serem oferecidas aos clientes: o *Broadcast* de músicas, que são transmissões de operadoras de rádios, sendo possível também o próprio provedor criar sua própria rádio para divulgar suas próprias músicas, divulgação de eventos patrocinados e parceiros da empresa. Vale lembrar que esse serviço não se enquadra em inovação da IPTV, pois outras operadoras de telecomunicação já realizam esse serviço, mas não deixa de ser um bom diferencial quando comparado a TV aberta por exemplo. O outro serviço seria a Música sobre demanda, que utiliza o mesmo conceito do VOD, porém no

seguimento musical, onde o cliente escolhe as músicas aos quais deseja escutar, podendo até criar a sua própria “pasta” de músicas favoritas.

2.4. Comunicação

Graças à forma de como a arquitetura de IPTV funciona (através da rede IP) tem a oportunidade de ser integrar os serviços básicos de telecomunicação que antecederam a TV via IP, tais como o serviço de Telefonia IP e a Internet que é o principal serviço que se utiliza do protocolo IP. Com essa ligação dos três serviços dividindo a mesma infraestrutura e a mesma base de transmissão é possível que a TV se torne uma grande central multimídia contendo todos os serviços.

Sobre a Telefonia é possível à integração com a TV no sentido de ser possível realizar uma vídeo conferência diretamente pela sua televisão, sem a necessidade de outros recursos para o procedimento, seria necessário no mínimo um computador ou um telefone celular, porém esse último exemplo foge da ideia de serviços de provedores cabeados utilizando o *triple play*. Outra inovação que só é possível com a IPTV são avisos de ligações através da sua própria TV, onde no meio da sua programação apareceria na tela que se está recebendo uma chamada; esse serviço tem uma importância muito grande sendo um grande diferencial para portadores de deficiência auditiva parcial e pessoas com uma idade avançada. O outro serviço que pode ser integrado finalizando o elo de comunicação entre os serviços é a Internet, mesmo a internet em si sendo uma grande ferramenta de inovação, tudo que se resume a melhorar o acesso a ela tornasse um grande diferencial, vale lembrar o grande salto que a indústria de telefonia móvel conseguiu quando a internet foi adicionada aos celulares.

Há tendência da tecnologia não permite que ninguém mais consiga ficar sem seu aparelho *smartphone*, essa é a grande arma da IPTV, tornar a TV um serviço de utilidade tão grande que os consumidores passem cada vez mais tornar seu uso um hábito. Na IPTV é possível acessar conteúdo da web através da própria TV com um navegador que atua diretamente no STB, ou mesmo criar *feeds* de notícias para saltar na tela da TV; a integração com APIs voltadas para redes sociais são um ponto forte, podendo assim compartilhar, curtir, verificar seus e-mails e comentar transmissões ao vivo diretamente do seu controle remoto não sendo mais necessário o cliente ter de parar de assistir a sua TV e correr para seu *smartphone* para fazer o mesmo serviço já que tudo estará integrado na mesma solução (THOMPSON, 2005).

2.5. Entretenimento

No segmento de entretenimento pode-se citar o acesso online a jogos, seja utilizando-se de simples games de modo *single play* onde o cliente não possui interação ou outras pessoas, e até jogos no modo MMOG (*Massively Multiplayer Online Games*) famoso estilo de jogo que ganhou fama devido a sucessos como o título LOL (*League Of Legends*) entre outros. Na mesma categoria se encaixa o karaokê, o famoso simulador de música que é muito popular em países asiáticos, como por exemplo, o Japão.

2.6. Comércio

Esse pode ser o trunfo para o apoio de vários segmentos da indústria, torcer para que a IPTV se popularize, nesse conceito se encaixa o *telecommerce* conceito similar ao e-commerce, porém com uma interface adaptada para a TV podendo utilizar da tecnologia de propaganda interativa direcionada ao seu cliente como já acontece na própria internet, ou seja, o cliente pode ter realizado uma consulta de preço de determinados produtos recentemente na web, e quando o mesmo está em um intervalo de sua programação é surpreendido com comerciais voltados aos produtos das suas pesquisas recentes, essa tecnologia já se mostrou muito eficiente na web, com a implantação na TV pode atingir um público muito maior de consumidores que não se sentem muito à vontade de realizar compras on-line, mesmo que o método de vendas seja baseado na web o fato de se utilizar a TV como sua frente de vendas pode ganhar muitos créditos com pessoas com mais idade que ainda não se familiarizaram com o *e-commerce* (THOMPSON, 2006).

2.7. Utilitários

Com todos esses diferenciais citados ainda é possível achar uma brecha para serviços comparativos que podem ser implantados na tecnologia, tais como serviços de segurança (alarmes e câmeras) e serviços dedicados à hotelaria e condomínios, como ramais internos e cardápio de serviços diretamente na sua TV.

2.8. Arquitetura IPTV

Após conhecer o conceito estabelecido do serviço IPTV e seus diferenciais no mercado de telecomunicações, pode-se voltar a focar em como essa tecnologia funciona na prática. Para podermos ter uma compreensão de todo o seu funcionamento iremos utilizar um modelo estabelecido por Thompson, onde o autor do artigo mostra que pode-se dividir sua arquitetura em três partes, Serviço, Rede e Gerenciamento. Na Figura 1 ilustra a arquitetura por completo, baseada na arquitetura desenvolvida por Thompson mostrando as três camadas sendo exploradas. No decorrer do texto irá ser explorada cada parte que completa essa arquitetura, detalhando o seu funcionamento.

Para se ter uma compreensão de todo o seu funcionamento, irá ser utilizar um modelo estabelecido por Thompson, onde o mesmo mostra que podemos dividir sua arquitetura em três camadas, sendo elas Camada de Serviço, Camada de Rede e Camada de Gerenciamento. A arquitetura completa baseada por Thompson, mostra as três camadas sendo exploradas, como ilustrado na Figura 1.

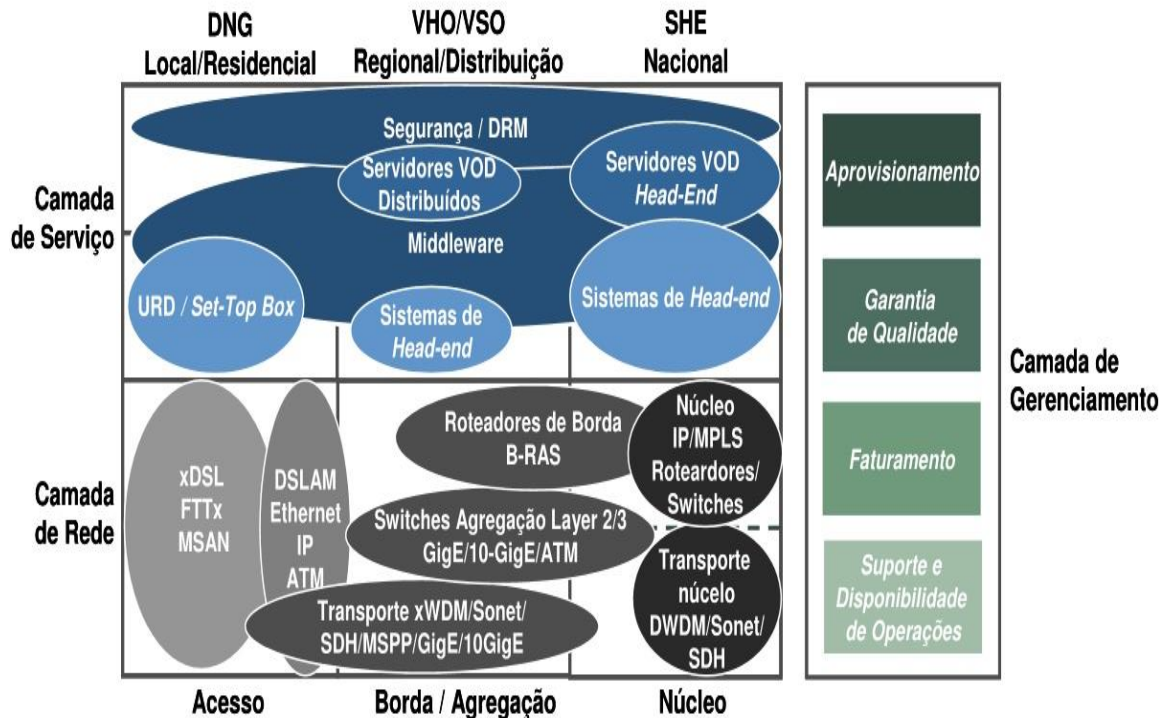


Figura 1 - Modelo de Referência Arquitetura IPTV – Fonte Thompson Adaptado por Zabater

2.9. Estrutura da IPTV

É dividido entre as camadas de Serviço, Camada de Rede e Camada de Gerenciamento, como mostrado na Figura 1.

2.9.1. Camada de Serviço

São apresentados alguns dos conceitos tais como *Head-End*, Recepção, Processamento, e *Middleware*.

2.9.1.1. Head-End

O *Head-End* é peça central da tecnologia IPTV, é neste local da infraestrutura que é realizado a recepção dos sinais digitais e analógicos que podem ser capturados de satélites, cabeamento terrestre e vídeos já armazenados em um banco de dados (Vod), é no *Head-end* que acontece também o processo de codificação para um padrão de vídeo pré-estabelecido pela empresa que irá prover a IPTV, esse padrão de vídeo pode ser MPEG-2 (*Moving Picture Experts Group*), MPEG-4 entre outros formatos de vídeo digitais que são suportados pela tecnologia de vídeo, vale ressaltar que cada padrão de vídeo possui sua própria característica de consumo de banda, conforme mostrado na Tabela 3, por isso é importante à empresa saber o quanto a sua rede está preparada para suportar um grande fluxo de banda para assim estabelecer o seu padrão de imagem.

Tabela 3 - Comparativo entre MPEG 2 e MPEG 4 - Fonte Autor

Qualidade	MPEG-2	MPEG-4
SDTV	2,5 Mbps	1,5-1, 8Mbps
HDTV	12Mbps	6-9Mbps

A partir do momento que é feita a definição do padrão, segue-se o processo de codificação, a partir daí é realizado o encapsulamento sobre IP e assim poder ser distribuído na sua rede.

No *head-end* iremos encontrar os seguintes componentes físicos e lógicos que fazem parte da estrutura para o funcionamento do serviço. São eles: receptores, demultiplexadores, RTES, *Middleware*, *streamer*, gerador de chaves, TVoD, *switch*, *encoder* e servidor Vod [FONTE 8]. Todos esses componentes serão detalhados conforme fomos nos aprofundando na infraestrutura da IPTV. Para darmos início iremos dividir a arquitetura do *head-end* em duas partes, Recepção e Processamento de sinais (ZABATER 2007).

2.9.1.2. Recepção

A recepção dos sinais é dividida em geral de acordo com os meios que são recebidos, eles podem ser via satélite, recepção terrestre (cabo) e via conexão dedicada (HEATH, J 2006).

A recepção via satélite funciona com antenas dedicadas que captam sinal diretamente de satélites que são responsáveis por distribuir um determinado canal ou vários canais que fazem parte da mesma rede, pode-se citar o grupo Telecine, HBO e Globosat. Conversores LNB (*Low Noise Block*) são responsáveis por receber esses sinais via satélite, esse equipamento tem como objetivo captar sinal de frequência tipo C (3.9 GHz até 6.2 GHz) oriundos de satélites e transformá-los em *L-Band*. O sinal *L-Band* trabalha na faixa de 950-1750 *MHZ* que é considerada mais gerenciável aos dispositivos modernos de telecomunicações, a partir do momento que há a recepção através deste dispositivo (LNB) é o momento dos IRBs (*Integrated Receivers Decoders*) receberem esse sinal, nesse instante é feita a codificação para que o vídeo possa enfim ser visualizado (SKYVISION, 2014).

A recepção via satélite esta ligada a canais com abrangência e distribuição nacional e internacional.

Outra forma de recepção de sinal é através de recepção terrestre, esse tipo de sinal normalmente é utilizado para receber programação regional, sendo sua distribuição limitada por um espaço territorial, neste caso o recebimento de sinal fica por conta de antenas VHF/UHF, depois disso o sinal passa por receptores que passam a ser demoduladores VHF/UHF (HEATH, J 2006).

Por fim temos a recepção por conexão dedicada, embora ainda não seja muito utilizada no Brasil por conta de falta de estrutura, em outros países é comum receber os mesmo conteúdos através de cabos de fibra-óptica.

Pode-se resumir essa etapa da arquitetura da seguinte forma, os receptores são responsáveis por capturar sinais via satélite (e outros meios já citados), decodificá-los e transformá-los em imagem digital (MAY, 2014).

2.9.1.3. Processamento

Depois da etapa de recebimento do sinal, é chegada a hora desse mesmo sinal ser processado e codificado para então poder ser distribuído a sua rede através de *broadcast* ou armazenados em servidores dedicados que futuramente podem ser classificados como VOD. Essa técnica realizado por codificadores também conhecidos como *Encoders*, a importância desse equipamento é vital para a arquitetura IPTV, é através deles que são recebidos os fluxos dos IRDs e multiplexados em um IP, sendo assim cada canal acaba possuindo um IP fixo (MAY 2014).

Os *Encoders* ou Codificadores são responsáveis pela codificação do sinal e logo após comprimir o mesmo ao formato estabelecido pelo provedor, nesse ponto que voltamos a falar sobre os padrões de vídeo. Em geral se utiliza o formato MPEG (*Moving Picture Experts Groups*) da ISO (*International Standardization Organization*) (SIMPSOM, 2006). Os mais utilizados são do tipo MPEG -2 e MPEG-4, porém ainda há opção de se utilizar o H.262, esse padrão foi criado pela ITU-T, apesar da sua compressão ser melhor que as demais citadas ela esbarra no quesito equipamentos, por se tratar de um padrão que ainda está sendo iniciado na topologia de IPTV os equipamentos acabam sendo um pouco mais caros, os padrões MPEG já estão no mercado há mais tempo e com isso acabam tendo uma oferta maior de equipamentos que suportam a tecnologia. A *Microsoft* também tem como alternativa o formato WM9 (*Windows Media 9*) também conhecido como VC-1 que teve sua padronização realizada pela SMPTC (*Society Of Motion Pectureand Television Engeinners*), seus resultados em compressão são muito similares aos H.262, porém esbarra no conceito de arquitetura fechada, já que trabalha com *softwares Microsoft*. Com essa explicação podemos focar no funcionamento do padrão mais aceito na tecnologia IPTV e também baseado no mercado que é o MPEG.

O padrão MPEG trabalha utilizando vários *frames* para que possa gerar um *stream* de vídeo e conseguir a compressão do mesmo (SIMPSOM, 2006). Podemos dividir em três tipos de *frames* ou quadros. São eles: tipo I (*Intra Coded Picture*), tipo P (*Predictive coded Picture*) e tipo B (*Bidirectionally predictiv ecoded Picture*). O padrão MPEG foi baseado no padrão de imagem JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) e tem como ideia pegar um vídeo, dividir em várias imagens e exibi-las sequencialmente. Basicamente para obter a compressão muitos *frames* são descartados pelo algoritmo responsável do MPEG, imagens que são iguais em um processo de converter vídeo em imagens, são automaticamente descartadas, isso é imperceptível ao olho humano, por outro lado há uma grande diminuição de trabalho devido a esses descartes gerado pelo padrão MPEG. Como são realizadas várias imagens pode se perceber que o áudio deve ser feito de forma diferente, o MPEG realiza a compressão dos dois de formas separadas porem dentro do mesmo processo, na figura 2 é possível visualizar ambos os dados adentrando no processo de compressão. Para ser realizado é dividido por camada de compressão e camada de sistema (CAVENDISH, 2005).

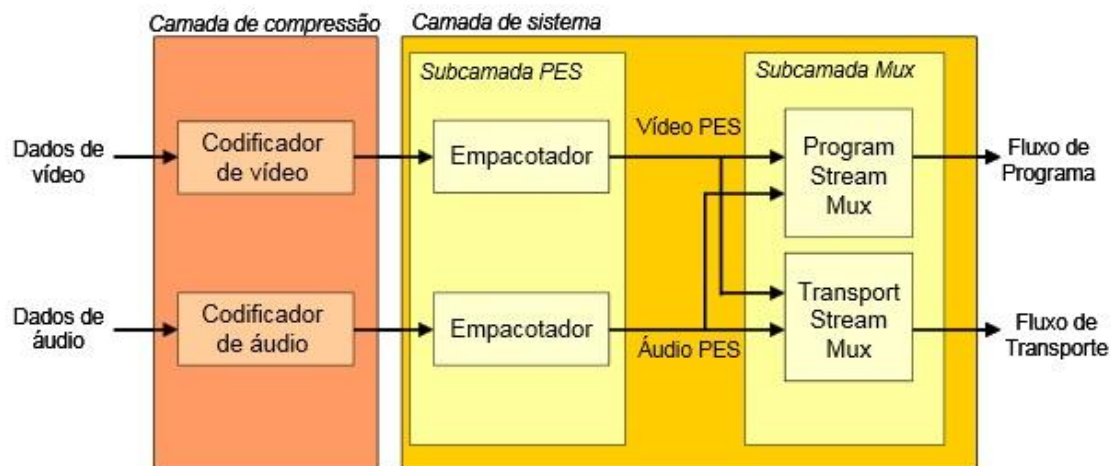


Figura 2 - Processo de Compressão - Fonte CAVENDISH2 2005

A camada de compressão refere-se à codificação de cada um dos dados audiovisuais, conforme especificado nos padrões MPEG-2 Áudio e Vídeo (CAVENDISH2 2005). Já a camada de sistema é responsável pela divisão e encapsulamento de cada fluxo comprimindo em pacotes. Ou seja, na subcamada PES (*Packetized Elementary Stream*) as imagens e áudio passam pelo processo de criação de *framens* e os mesmo são todos encapsulados em pequenos pacotes, quando passam por esse procedimento de compressão são denominados como fluxos elementares e são tratados na subcamada PES e é nessa camada que há agregação de

informações de sincronismo para que tanto o áudio quando o vídeo não se perca em sua linha de tempo podendo assim ter a garantia do sincronismo que as imagens não estarão com o áudio fora da sequência, ou vice versa. Quando os dados estão comprimidos e alinhados em sua linha de tempo, já em pacotes separados (áudio e vídeo) ambos chegam à subcamada de multiplexação onde também constam as informações referentes a tempo, saem em dois grupos um é definido como fluxo de transporte e outro como fluxo de programa. O primeiro possui imagens e áudio que ocorrem com muito ruído e imagens rápidas; para dar um exemplo seria aqui que estariam imagens de um jogo de futebol por conta de lances rápidos e sons referentes a explosões em um filme de ação, já o segundo é reservado para imagens onde estão situações mais calmas e sons mais moderados, ambos os grupos podem estar relacionados ou não. É necessário haver esses tratamentos separadamente porque o próprio padrão MPEG contém algoritmos agindo em separado para todas as situações, podendo assim ser tratado de forma mais correta em ambos os tipos de sequência de vídeos e sons (CAVENDISH, 2005).

Voltando aos tipos de quadros que o MPEG trabalha, o tipo I é codificado ou compreendido utilizando apenas as informações que são estão contínuas no próprio quadro, ou seja, todos os macroblocos que fazem parte deste quadro mostram que não tem dependência com macroblocos de outras figuras. Vale ressaltar que toda figura codificada é composta por macroblocos onde cada um contém amostras de luminâncias e amostras de crominâncias associadas. Dentro de cada figura, macroblocos são organizados nos quadros, onde um quadro é um conjunto de macroblocos que estão na ordem de varredura, mas não necessariamente contínuo.

Os quadros tipo P são codificados com uma condição em relação a quadros do tipo I ou P, ou seja, deve ao menos ter um macrobloco contido no quadro que mostra essa condição de dependência a um macrobloco de outro quadro. Os quadros tipo B são codificados com uma condição em relação a quadros do tipo I ou P, anteriores ou posteriores. Há, portanto, ao menos um macrobloco que indica essa dependência temporal a um quadro a ser apresentado posteriormente. Dessa forma podemos dizer que, para a decodificação de um quadro tipo B, é necessário que o quadro seguinte, ao qual aquele se refere, já tenha sido decodificado (CAVENDISH, 2005). Com a Figura 3 ilustrando fica mais fácil visualizar esses três tipos de quadros e como o tipo P e B acaba tendo condições de outros macroblocos, diferente do tipo I, que não tem dependência com qualquer outro macrobloco.

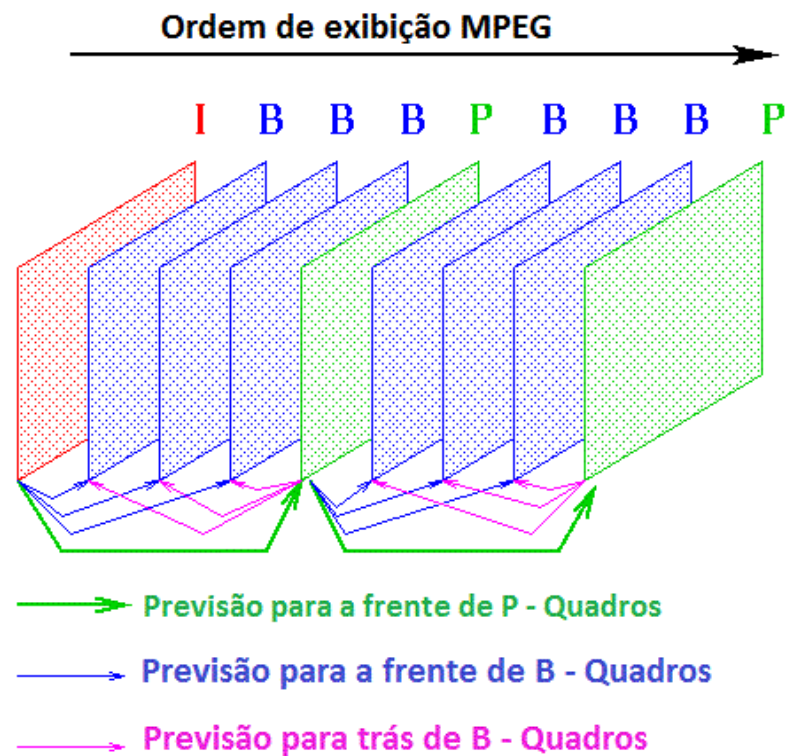


Figura 3 Compressão MPEG -Fonte MPEG compressiontechnique

Para finalizar um conjunto de quadros do tipo I, P e B formam um GOP (*Group of Picture*), que deve de forma obrigatória no mínimo conter um quadro tipo I e zero ou mais quadros do tipo P e B. A quantidade, intervalo e tamanho determina sua taxa de compressão. A variação de compressão pode ser visualizada na Tabela 3.

2.9.1.4. Middleware

O *Middleware* pode ser considerado a parte lógica mais crítica do sistema IPTV, à nível de comparação ele pode ser considerado o Sistema Operacional do produto. Ele é o gestor de todo o serviço IPTV, sendo o responsável pela entrega de início a fim do serviço, suas funcionalidades estão presentes em praticamente todo o processo do serviço IPTV. Suas atribuições são bastante vitais nos seguintes serviços: experiência do serviço ao usuário final quando se refere a interação com o serviço, responsável pela grade de cada assinante (pacotes), tabelamento dos preços oferecidos pela empresa, gerenciamento do conteúdo disponibilizado. Pode ser colocado como um conjunto de aplicações responsáveis por todos os serviços citados a cima. Para se conhecer melhor essas facilidades desse sistema gestor irá

ser detalhar a seguir suas aplicações e funcionalidades para o usuário final (THOMPSON, 2005).

O assinante tem como porta de entrada a IPTV através do *software* nativo do *Middleware* de nome EPG (*Eletronic Program Guide*), existem vários no mercado, estando presente também em provedores via satélite. Ele é responsável por oferecer ao cliente uma interface gráfica para o usuário final poder navegar pelos serviços oferecidos, podendo assim ter acesso às vastas funcionalidades da IPTV. Tem como característica a integração com os canais de TV, sendo assim, disponibilidade de guia de canais, resumo do conteúdo transmitido no momento, classificação etária, informações da conta do cliente. Como o foco é na tecnologia IPTV, pode-se citar como diferenciais as possibilidades de acesso à internet, integração com outras tecnologias que formam o pacote *triple play* que são eles a Telefonia e a web, entre os vários diferenciais que já foram citados neste artigo. Segue alguns exemplos de EPG de sistemas IPTV que estão operando com sucesso pelo mundo. Na Figura 4 pode se ver uma tela de guia de programação do sistema Envivio.

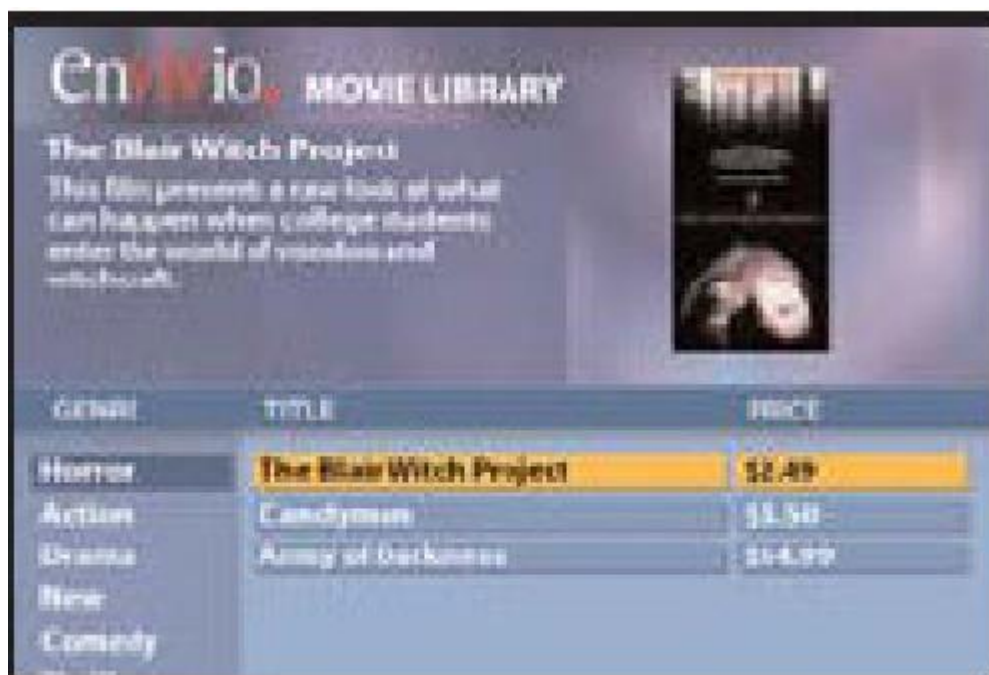


Figura 4 Catálogo de VOD - Fonte Rodrigues 2006

Já na Figura 5 é possível ver o seu processo que passa praticamente por todo o sistema IPTV, fortificando o que foi dito sobre o sistema *Middleware* classificando como o Sistema Operacional da solução IPTV.

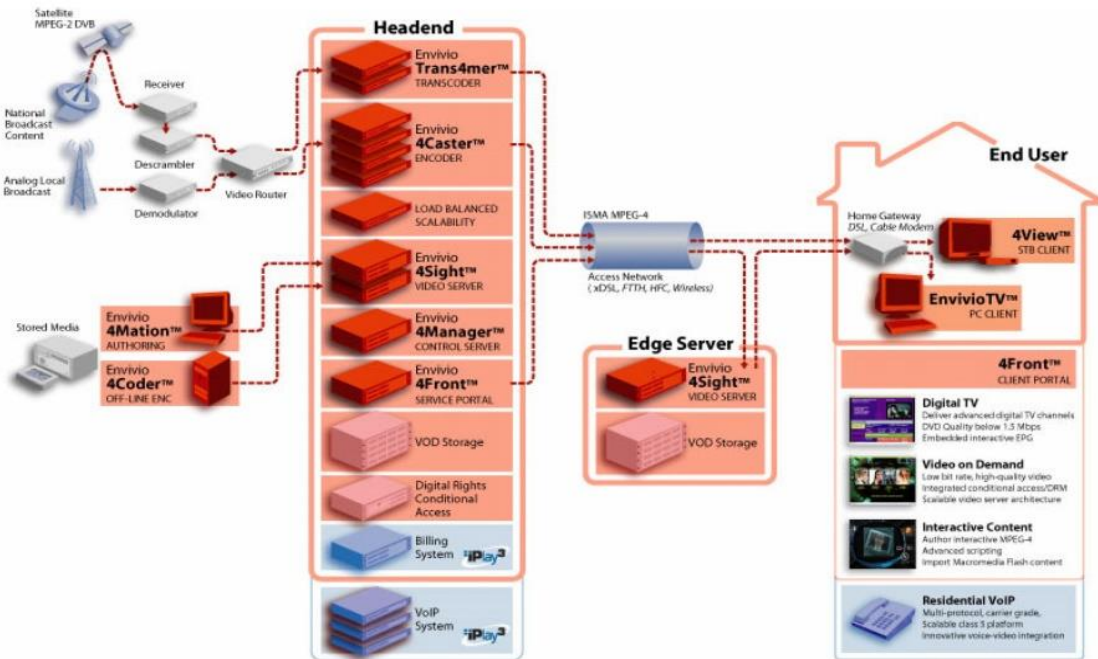


Figura 5 Integração Sistema Envivio - Fonte Rodrigues 2006

Na Espanha á gigante da telecomunicação Telefônica, hoje Vivo já opera com sistema IPTV desde 2004(TELEFONICA 2014). Segue algumas das interfaces de acesso do seu EPG (Imagenio) (Figura 6 e Figura 7).



Guia eletrônico de programação



Seleção de vídeo sob demanda

Figura 6 Guia Eletronico Sistema Imagenio - Fonte Rodrigues 2006



Figura 7 Interfaces Sistemas Imagenio - Fonte Rodrigues 2006

O Servidor *Middleware* é responsável por várias aplicações de responsabilidade do provedor, sendo possível através das APIs (*Application Programing Interface*), SDKs (*Software Development Kit*). Com a integração é possível se utilizar dos serviços de gestão do serviço, gestão do cliente, gestão das transações, gestão do conteúdo ofertado, e o controle de acesso do *Set-Top-Box* e a própria interface EPG.

2.9.2. Set-Top Box

O *Set-Top-Box* é o equipamento final que fica alocado na casa do usuário, é o componente pertencente à camada de serviço responsável pela interface que liga o usuário as facilidades do sistema IPTV, basta o equipamento estar conectado a sua televisão. Em sua codificação contém componentes do serviço de *middleware*, *browser* para navegação, decodificador e também pode ser utilizado como um local para gravar conteúdos que o usuário queira, tornando-se assim em um HD externo de programas gravados. Nas Figuras 8 e 9 é ilustrados alguns exemplos de Set-To-Box.



Figura 8 STB Modelo CiaNet - Fonte CiaNet

A Figura 8 mostra um STB da *CiaNet* uma das primeiras empresas Brasileiras a dominar a tecnologia, hoje conta com um leque de equipamentos, inclusive com um sistema *Middleware* nacional para atender o mercado brasileiro (CIANET 2014) .

Na Figura 9 ilustra um modelo da *Albis Technologies*, empresa com sede na Suíça, grande fornecedora de STB para vários sistemas *Middleware* (ALBIS 2014).



Figura 9 STB Modelo Albis - Fonte Albis Technologies

2.9.3. Servidores de Vídeos

Servidores de vídeos são responsáveis pelo armazenamento de conteúdo que é oferecido como demanda para os usuários do serviço IPTV, são nesses servidores que estão armazenados os serviços de VOD, também é utilizado para armazenar conteúdos gravados pelos clientes, conteúdos esses que não ficaram alocados no STB sejam por motivo de limitação de tamanho do arquivo ou até mesmo por utilizar um SEB que não possui memória de armazenamento interno.

Uma situação importante em que também são utilizados é para armazenamento de conteúdos mais populares, tendo assim opções para assistir no momento que quiser. Normalmente esses servidores tem uma alta capacidade de armazenamento, porém é sabido que não iria conseguir armazenar todas as programações que são disponibilizadas pelos provedores de conteúdo, sendo assim fica programado para gravar os conteúdos dos programas mais populares, isso se justifica por grande parte dos usuários assistirem sempre o mesmo conteúdo, sendo possível se utilizar do conceito de *LongTail* ou cauda longa, com isso é possível otimizar as gravações dos servidores. Podemos visualizar a forma como a *LongTail* chega a essa conclusão na Figura 10.

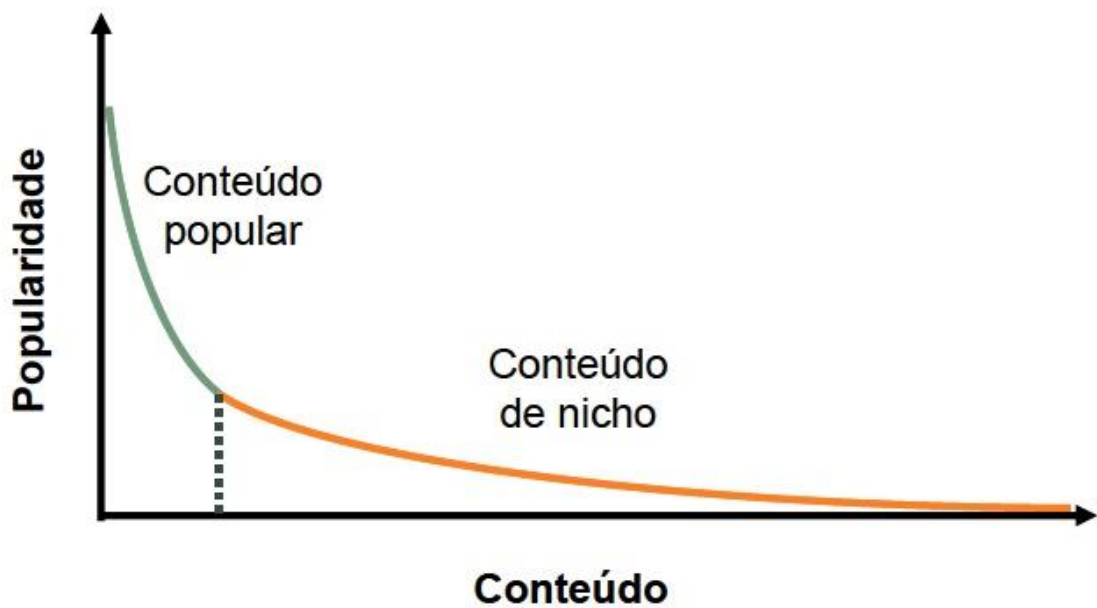


Figura 10 Curva de Popularidade de Vídeo - Fonte Zabater 2007

Esses foram os principais conceitos da camada da estrutura de serviço, onde foram listados os métodos desde a chegada do sinal do provedor de conteúdo passando pela conversão do sinal, seu armazenamento e equipamento final (STB) chegando por fim ao sistema *middleware*, onde esse último faz o papel de gerenciar o conteúdo e a disponibilidade ao cliente final, integração com interface com produtos, disponibilidade e gerenciamento dos clientes, sendo importante para a empresa provedora e também para o cliente final.

No decorrer será visto a camada de rede, onde mostrara os conceitos básicos necessários para a distribuição do serviço IPTV para os usuários finais.

2.10. Estrutura de Rede

A Infraestrutura de rede é constituída pelas diversas redes que são responsáveis por interligar toda a arquitetura de serviço até o cliente final, de forma que seja bem estruturada para se entregar o serviço com qualidade e não afetar o conteúdo disponibilizado.

Para compreender melhor as diferentes áreas de infraestrutura, se divide em segmentos, esses são classificados como: SHE (*Super Head-End*), VHO (*Video Hub Office*), VSO (*Video Serving Office*) e DNG (*Delivery Network Gateway*) e claro os serviços de rede que interligam todos esses elementos citados (núcleo, borda, acesso, residência) (WALKO, J.I 2006). Na figura 11 podemos verificar o modelo de referência dividido pelos segmentos citados acima.

Baseado na Figura 11 irão identificar suas características e seus objetivos na infraestrutura de IPTV.

O SHE é o ponto central da infraestrutura, é nele que são concentrados todos os conteúdos disponibilizados a nível nacional, fornecido pelos provedores de conteúdo. Como foi citado pelo autor Zabater em sua tese de mestrado “Neles ocorre a manipulação do conteúdo de caráter universal e independente de região, incluindo canais de programação (*broadcast*), inserção de propaganda e conteúdo sob demanda”, ou seja, todos os conteúdos, propagandas e VOD que tem abrangência nacional estão alocados nessa parte da infraestrutura (ZABATER, 2007).

O VHO possui características semelhantes porém apenas conteúdos regionais são tratados nessa infraestrutura.

O VSO é responsável por criar uma infraestrutura de acesso entre o provedor e o usuário final, afim de autenticação, ou seja, é a parte responsável pelo acesso entre cliente e programação.

Por fim o último grande segmento é o DNG, essa parte da infraestrutura é responsável pelo ponto final da rede, o que inclui o acesso do televisor do cliente ao seu STB. Os elementos complementares das redes são o Núcleo que é responsável pelo tráfego de vídeos que conectam um pequeno grupo de SHE ou um grande grupo de VHOs, ou seja, é responsável por transportar um grande volume de tráfego em área regional (longas distâncias), se enquadra na categoria WAN (*Wide Area Network*, a Agregação, que é responsável por conectar os VHOs a um grupo maior de VSOs, ou seja, que atua em uma rede MAN (*Metropolitan Area Network*), o Acesso, que interliga o cliente a rede VSO e por fim, ou seja,

sua característica principal que é atender a necessidade de largura de banda necessária ao transporte do vídeo, sendo essa parte extremamente importante nessa monografia, já que é o objetivo deste trabalho e fazer com que esse tráfego seja viável utilizando o mínimo de banda possível, na Tabela 4 é possível ver a comparação de consumo de banda entre formatos distintos de vídeos (THOMPSON, 2005).

Tabela 4 Largura de Banda - Fonte Autor

Largura de Banda Necessária (Mbps)		
Pacotes de serviços	MPEG-2	MPEG-4
1SDTV+Internet 1 Mbps	3,8	3
2SDTV+Internet 1 Mbps	6,5	5
1 HDTV+1 SDTV+Internet 1 Mbps	17	11,2
1 HDTV+2 SDTV+Internet 1 Mbps	19,7	13,2
2 HDTV+2 SDTV+Internet 1 Mbps	32,9	21,5

A Residência, que engloba toda a rede doméstica do cliente que inclui computador, telefones IPs, roteadores entre outros dispositivos interligados pela rede IP. Na Figura 11 fica clara a forma como esses segmentos são classificados em uma infraestrutura de IPTV.

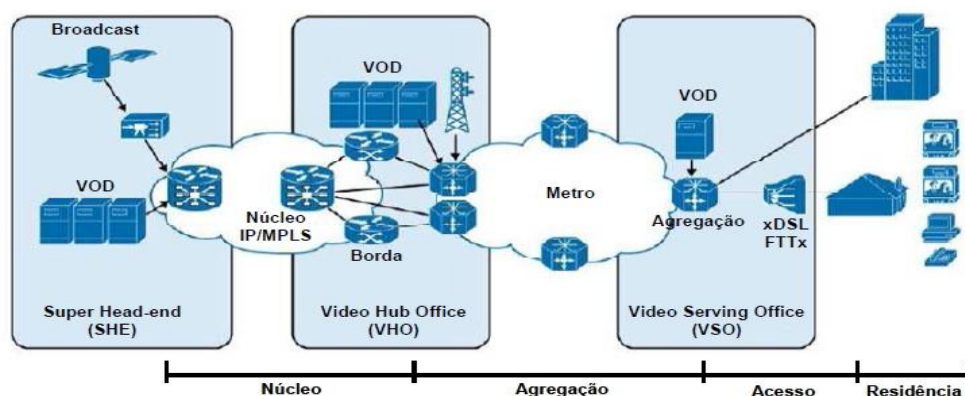


Figura 11 Arquitetura de Rede - Fonte Zabater 2007

2.11. Estrutura de Acesso

O conceito simples do segmento de Acesso é fazer com que o cliente tenha acesso ao conteúdo ofertado, ou seja, o tipo de rede que será implantado no serviço, para que o serviço de IPTV tenha uma qualidade boa e segura a fibra óptica é melhor opção devido a grande imunidade de ruídos e latências na sua rede, já que é transmitida por feixes de luz e com isso não sofre interferência elétrica. Os vários tipos de arquiteturas de redes em fibras são classificadas por FTTCab (*Fiber to the Cabinet*), FTTCurb (*Fiber to the Curb*) e FTTH (*Fiber to the Home*) as diferenças na escolha da arquitetura se baseiam na distância que a rede irá atender e o consumo máximo de banda que a rede suporta de tráfego. É possível ver a cobertura e o tráfego que cada umas dessas infraestruturas atinge na Figura 12 (BENISTONG, 2005).

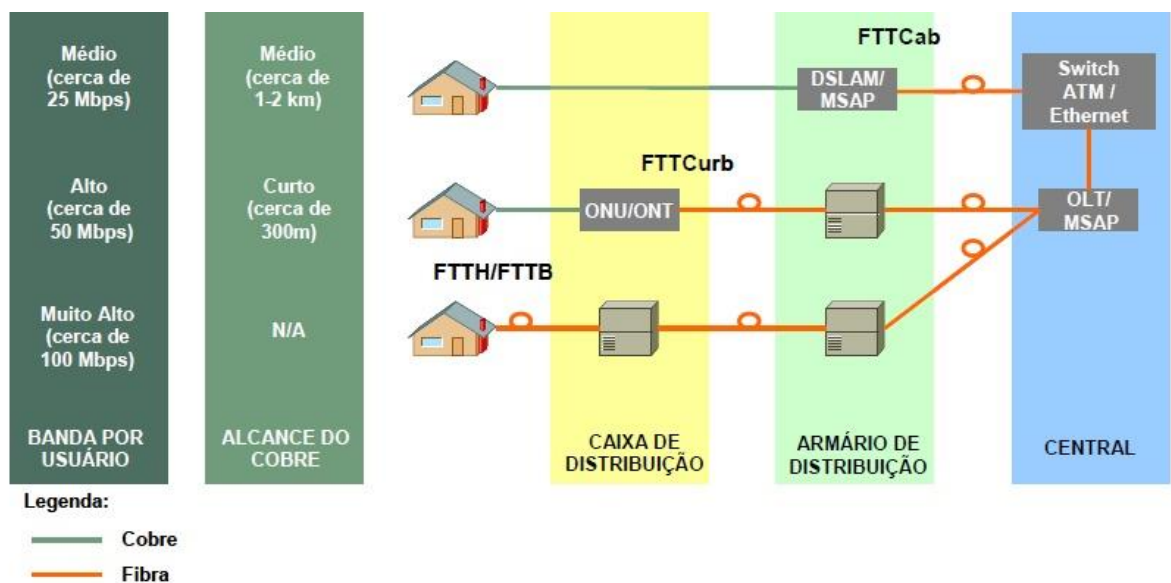


Figura 12 Rede de Acesso - Fonte Zabater 2007

As diferenças encontradas nessas infraestruturas citadas são:

- FTTCab: A fibra óptica chega até o armário de distribuição, após esse ponto a entrega é realizada por fio de cobre, e
- FTTCurb: A fibra óptica chega mais próximo à residência do cliente, ou seja, até a caixa de distribuição, após esse ponto a entrega do tráfego é realizada por fio de cobre.

- FTTH: A rede é composta apenas por fibra óptica, desde a central até a casa do cliente, é a melhor infraestrutura em nível de qualidade e segurança para ser implantada, a rede fica livre de ruídos o que a deixa praticamente imune a latência na sua rede.

Pelo fato do desempenho em FTTH ser a melhor opção, será mostrado o seu funcionamento. Existem duas formas para que a mesma seja implantada em um projeto, que são elas óptica ativa que se utiliza de tecnologia *Ethernet* ou passiva que é conhecida como PON (*Passive Optical Network*), essa última não necessita de equipamentos elétricos na rede, o que a torna imune a problemas já conhecidos em provedores como falta de energia na rede elétrica da cidade ou região que a mesma atende. Há dois equipamentos básicos nas redes PON, um nó central que é chamado de OLT (*Optical Line Terminal*) que interliga a rede PON com o segmento de agregação e muitos dispositivos denominados ONU (*Optical Network Unit*) que ficam no final da rede, a partir dela o tráfego está disponível ao assinante. Olhando o FTTH no conceito de rede, há três formas de como podem ser implantadas, como mostra as Figuras 13, 14 e 15 (HEATH, 2007).

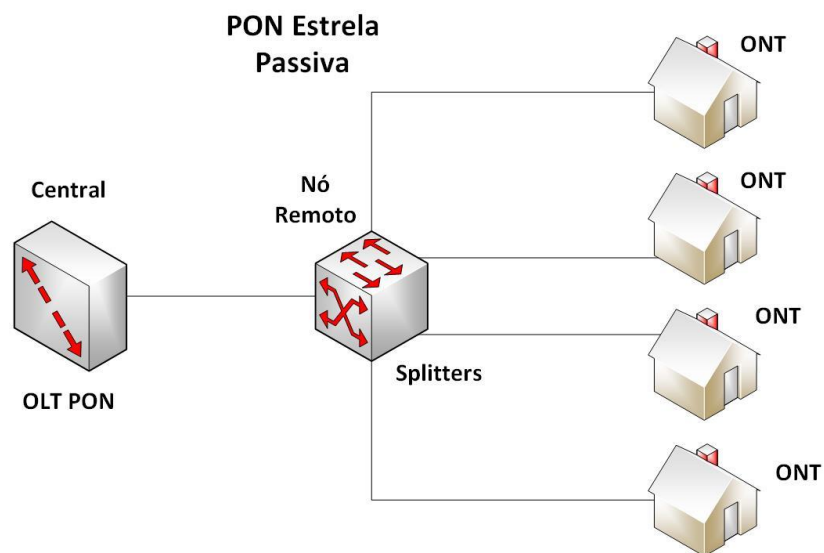


Figura 13 Rede PON Estrela Passiva - Fonte Autor

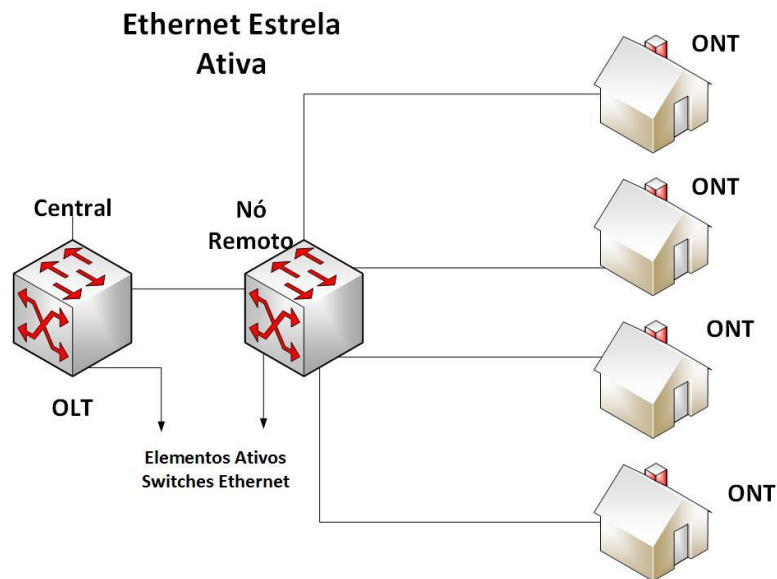


Figura 14 Rede Ethernet Estrela Ativa - Fonte Autor

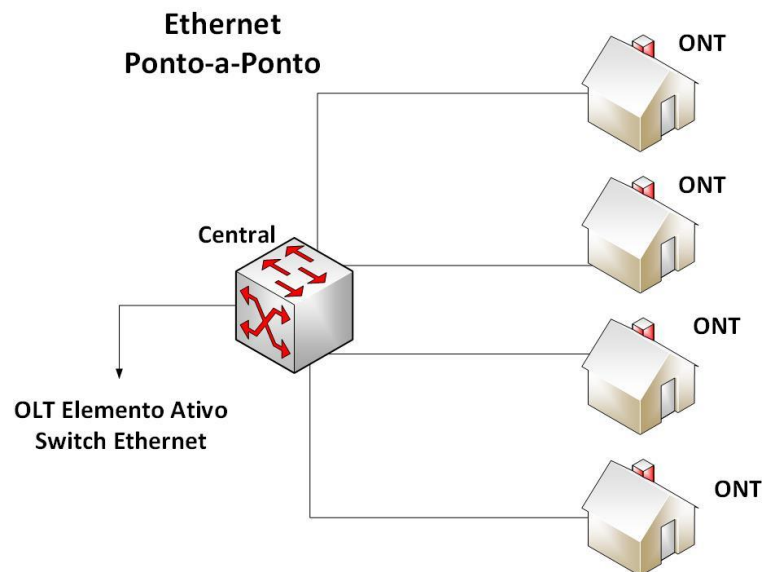


Figura 15 Rede Ethernet Ponto-a-Ponto - Fonte Autor

A topologia PON compartilha o tráfego a partir de um nó único, para que isso seja possível utiliza-se de *Splitters* passíveis que dividem a rede, ele age basicamente como uma emenda entre as fibras, e por ser passivo não se utiliza de equipamento eletrônico para realizar esse processo. A *Ethernet Estrela Ativa* funciona como a rede PON na sua lógica de distribuição, porém ao invés de se utilizar de *Splitters* utiliza equipamentos ativos, como por exemplos *Switches*. O lado negativo nessa rede é a mesma estar propensa a problemas causados por queda de energia, já que afetaria *Switches* causando a queda imediata do tráfego

em toda sua extensão. Já a *Ethernet* Ponto-a-Ponto tem como objetivo não ter compartilhamento de estrutura, a fibra sai da central e vai diretamente ao seu ponto final, esse conceito é muito utilizado para unir vários *datacenter*, por exemplo, devido a ser quase impossível a nível econômico e estrutural atender vários clientes nessa topologia.

Existem alguns padrões diferentes que podem ser empregados em uma topologia PON. O primeiro padrão empregado nessa topologia foi o BPON que era compatível com a tecnologia ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e é suportado pela ITU-T. A próxima tecnologia foi a GPON que é compatível com ATM e *Ethernet* e por último o padrão EPON ou GEPON que é baseada por completo em *Ethernet*, foi padronizado pela IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Na Tabela 5 pode-se verificar o desempenho em sua largura de banda em cada padrão ofertado na topologia PON.

Tabela 5 Largura de Banda BPON/GPON/EPON - Fonte Autor

	BPON	GPON	EPON
Largura de Banda <i>Upstream/Downstream</i>	155/622 Mbps	1,25/2,5 Mbps	1,25/1,25 Mbps
Largura de Banda	16 Mbps	69 Mbps	30 Mbps
Alcance	20 Km	20 Km	10 Km
Protocolo Nativo	ATM	GEM	Ethernet
Órgão de Padronização	ITU-T	ITU-T	IEEE
Data de Padronização	1994	2003	2004

2.12. Estrutura de Gerenciamento.

A indústria de telecomunicações adotou o processo ETON (*Enhanced Telecommunications Operations Model*) como normas de boas práticas, o ETON pode ser comparado ao ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*). O ETON foi adotado como padrão da ITU-T em 2004. Ele separa processos do provedor pelas categorias: Estratégia, Infraestrutura e Produto, Operações, e Gestão empresarial (ETON 2005). Para

garantir o gerenciamento da estrutura e garantir a qualidade o ETON auxilia o processo da seguinte maneira:

Aprovisionamento: Possui ferramentas relacionadas a entrega do serviço IPTV desde a solicitação do possível cliente até a entrega do conteúdo, as principais funções são a gestão de configuração de todas as plataformas, desde a parte física (rede) até os sistemas empregados no serviço, sendo responsável por gerir pacotes de TV e gestão do conteúdo disponibilizado no VOD.

Garantia de Qualidade: Nesse segmento se utiliza de ferramentas para garantir o QoS/QoE. É importante haver um grande controle e foco nesse processo para que se possa gerir e tratar as possíveis falhas que podem surgir no decorrer da entrega do serviço. As ferramentas para tal devem abordar todo o processo da IPTV de maneira Fim-a-Fim passando pelos elementos da rede até o conteúdo do vídeo transmitido, se utiliza da gerência de processos e agentes para se fazer uma medição, levando os dados coletados para um sistema central, podendo assim avaliar a qualidade do serviço ofertado ao cliente, é possível ver a descrição de todos os processos na Figura 16 .

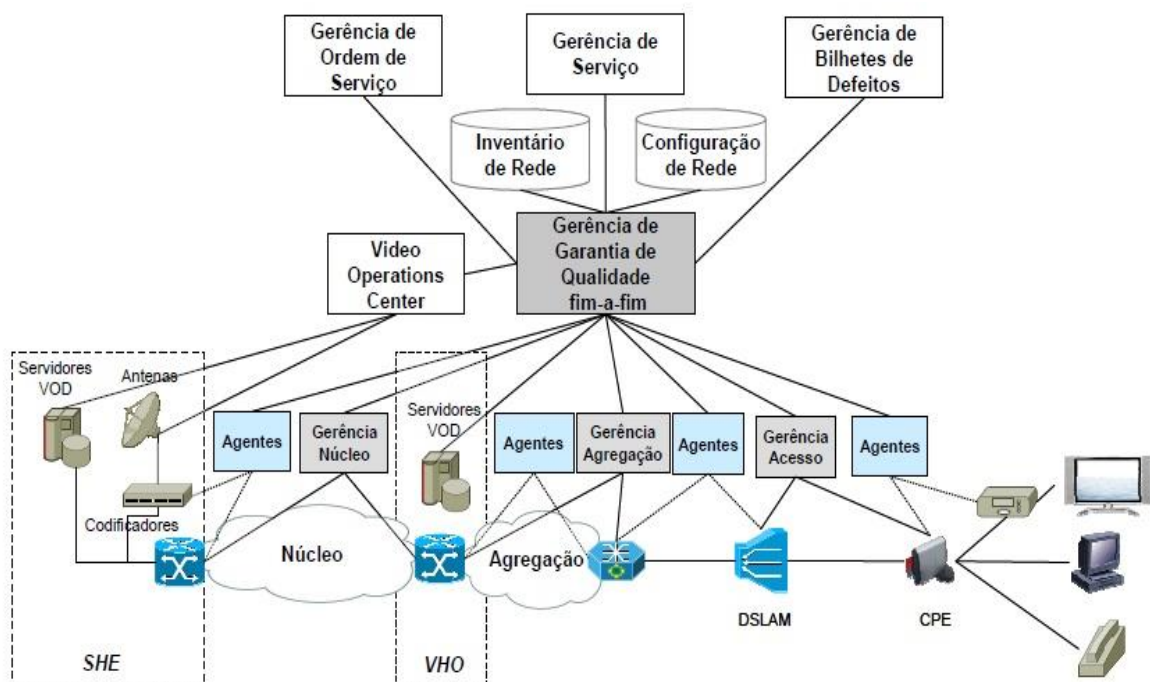


Figura 16 Sistema Integrado de Gerencia IPTV - Fonte Zabater 2007

Faturamento: Processos e ferramentas responsáveis pela cobrança e faturamento do serviço.

Suporte e Disponibilidade de Operações: Nessa categoria se encontra as ferramentas para a execução dos serviços dos clientes, ou seja, pode-se colocar como exemplos sistemas responsáveis pelo inventário das máquinas, sistemas de base cadastrais dos clientes e seus serviços cadastrados para maximizar a agilidade do suporte.

No decorrer desde último capítulo foi mostrado todos os processos envolvidos em um provedor de telecomunicação com foco no IPTV. Com as informações apresentadas podemos dar continuidade ao serviço IPTV, porém com foco no problema que irá ser abordado e a solução proposta de trafego, utilizando o conceito de *Multicast* com IGMP que realiza a gerência de grupos de destino dos *hosts*.

3. ROTEAMENTOS DE ENTREGA DE CONTEÚDO

Com o crescimento e necessidade de se entregar conteúdo a um grande número de destinos (*hosts*) de maneira eficiente, houve o surgimento de um conceito denominado *Multicast*, que pode ser explicado da seguinte forma: através de um único *host* que no caso seria um servidor de serviço pode se transmitir em uma única operação a transmissão do serviço para muitos *hosts* de forma simultânea.

No conceito de rede *Ethernet* há três possibilidades de se entregar uma mensagem (pacote, serviço) a um destino final, o modo *Unicast*, *Multicast* e *broadcast*. No modo *Unicast* a comunicação ocorre de forma um para um, ou seja, *host* de origem e um *host* de destino, no *Multicast* necessitam de um *host* de origem, porém não há limite para quantos *hosts* iram receber esse conteúdo pode ser 1 ou até mesmo 1000, não há limite mínimo ou máximo. Nesse último caso é permitido se enviar conteúdo para um grupo de *host*, que são previamente cadastrados neste grupo, os grupos recebem um IP para serem identificados na rede, porém vale frisar que somente os IPs da classe D podem ceder IPs para classificar esses grupos de *multicast*, para os *hosts* saírem e entrarem nesse grupo se utilizam do protocolo IGMP, contudo esse assunto será abordado mais adiante. Há também o modo de entrega em *Broadcast* onde há um servidor de serviço enviando os pacotes para todos os *hosts* da sua rede. (ROESLER, 2001)

A seguir irá ser mostrado como esses três conceitos funcionam.

3.1. Unicast

O Serviço *Unicast* pode ser contextualizado como, um *Host* de origem encaminhar um pacote a apenas um *host* em sua rede de vários *hosts*, 1 servidor de origem e 1 *host* de destino (MICROSOFTWARE 2012).

Esse método *Unicast* é a forma básica de se utilizar serviços na rede *Ethernet*, os protocolos que se utilizam desse conceito são HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*) e TelNet (MICROSOFTWARE 2012).

Na figura 17 podemos ver como é realizado a entrega de pacotes no conceito *Unicast*.

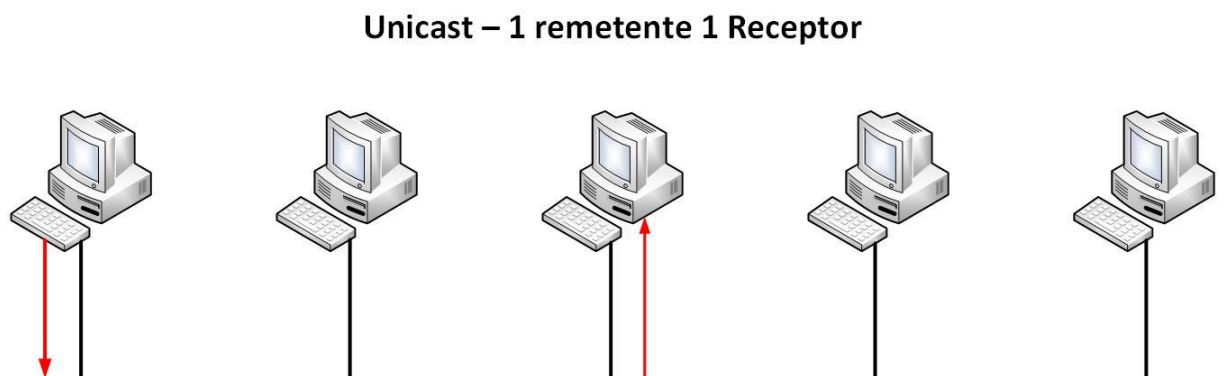


Figura 17 Rede Unicast - Fonte Autor

3.2. Broadcast

O conceito *Broadcast* se baseia na entrega de um quadro e um único endereço de *host* para todos os membros da rede ao qual ele pertence. Ou seja, há apenas um endereço de origem, mas as informações são enviadas para todos os *hosts* da rede. É um conceito essencial de transmissão de informação como, por exemplo, para o levantamento de endereços ARP (*Address Resolution Protocol*) na rede onde trará todos os computadores ou equipamentos físicos na rede (desde que os mesmos trabalhem na camada 2 no modelo OSI (*Open Systems Interconnection*)) (ROESLER 2012). Porém para se utilizar em uma arquitetura IPTV fica inviável (FRANCA 2013)

Na Figura 18 pode-se visualizar o conceito *Broadcast* em uma rede IP.

Broadcast – 1 remetente para todos os Receptores

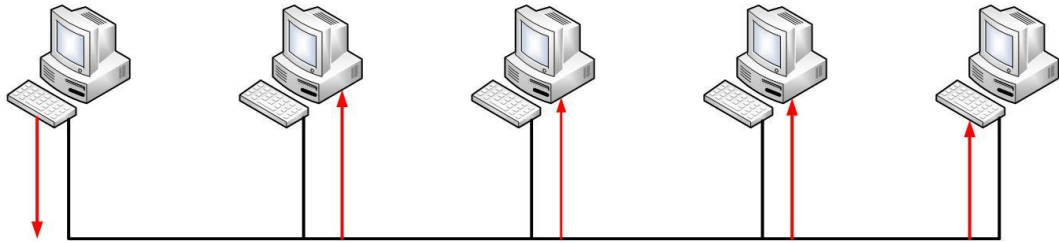


Figura 18 Rede Broadcast - Fonte Autor

3.3. Multicast

O conceito de *Multicast* surge como principal forma de se entregar conteúdo a múltiplos usuários tendo como o foco conteúdo de vídeo, seu funcionamento é mais inteligente que o conceito *unicast* onde se trabalha de um para um e o conceito de *broadcast* onde se trabalha de um para todos. O *multicast* tem como vantagem atender uma demanda de *host*, sem necessariamente apenas um ou todos, ou seja, sua lógica é transmitir os pacotes de dados para um grupo de *host* que se cadastram ou são pré-cadastrados ao grupo *multicast* (ROESLER 2001). No conceito a arquitetura *Multicast* exige mais processamento dos roteadores, pois eles são os responsáveis por gerenciar os pacotes que devem ser entregues aos grupos, trabalhando em cada nó da rede onde o protocolo IGMP estiver habilitado, deixando o consumo de banda do servidor de vídeo trabalhando sem grandes requisições ao mesmo, como seria em uma arquitetura *Unicast*.

A lógica dos grupos *multicast* funciona da seguinte forma, é transmitido um datagrama IP para um grupo, ou seja, um ou mais *host* são identificados na rede por apenas um IP, que a partir de agora recebe um IP (classe D) que o identifica na rede, após chegar ao grupo, o datagrama é encaminhado a cada IP pertencente aquele grupo. A quantidade de *hosts* em um grupo é dinâmica, os *hosts* podem entrar ou sair a qualquer momento e podem participar de mais de um grupo de *multicast*. Grupos *Multicast* podem ser fixos ou dinâmicos, dependendo da configuração que for realizada, quando o mesmo é fixo, a ele é atribuído um número IP fixo classe D, ou pode deixar habilitado a forma dinâmica, onde o grupo só existirá se houver pelo menos um *host* pertencente ao grupo, o grupo pode existir sem a necessidade

de um *host* cadastrado no mesmo. A figura 19 exibe a entrega de pacotes a um grupo *multicast* da rede.

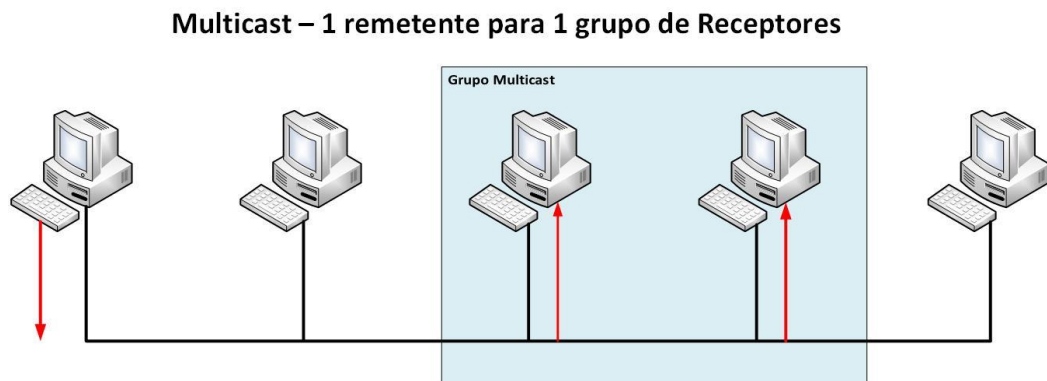


Figura 19 Rede Multicast - Fonte Autor

Endereços *Multicast* trabalham apenas na Classe D, existem endereços já reservados pela IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*), Segue na Tabela 6 alguns desses endereços reservados:

Tabela 6 Classe D Reservas de IP - Fonte Autor

Intervalo de Endereçamento	Descrição
224.0.0.0–239.255.255.255	Intervalo Total para <i>Multicast</i> 244.0.0.0/8
224.0.0.0–224.0.0.255	Intervalo Reservado para Controle <i>Multicast</i> e Escopo Local
224.0.1.0–224.0.1.255	Intervalo <i>InternetControlBlock</i> destinado ao tráfego a Internet publica
224.1.0.0–224.1.255.255	<i>SpanningTreeMulticastGroup</i>
224.0.2.0–224.0.255.255	Endereços Atribuídos pela IANA para AD-HOC (Bloco 1, 2 e 3)
224.3.0.0–224.4.255.255	
233.252.0.0–233.255.255.255	
224.0.1.0–238.255.255.255	Intervalo Escopo Global
239.0.0.0–239.0.0.0	Intervalo Reservado para Uso Local

3.4. IGMP

O IGMP é o principal protocolo do gerenciamento *Multicast*, ele é o responsável pela gerência dos grupos *multicast*, ficando a sua responsabilidade a adesão e exclusão dos *hosts* cadastrados no grupo, esse protocolo trabalha entre os roteadores e os *hosts*.

Através do IGMP um *host* encaminha uma solicitação ao roteador mais próximo solicitando a entrada do mesmo ao grupo *Multicast*, essa solicitação é chamada de *Membership Report*, essa solicitação também serve para o *host* que já se encontra no grupo informar que quer continuar a pertencer ao grupo, ou seja, a mensagem *Membership* trabalha do *host* ao grupo, ou melhor, dizendo do *host* ao endereço do grupo, para melhor entendimento.

Os roteadores também enviam mensagens através do IGMP, por sua vez recebe o nome de *Membership Query*, e seu objetivo é saber quais grupos *multicast* possuem *hosts* vinculados aos mesmos, ou seja, é uma forma do roteador saber quais os grupos estão ativos na rede, se houver grupos configurados dinamicamente, ou seja, sem IP fixo vinculado ao mesmo, através dessa mensagem ele pode descobrir se há um grupo que não possui *hosts* cadastrados e dessa forma pode excluir esse grupo, lembrando que grupos com IPs Fixos continuam a existir mesmo sem qualquer *host* vinculado ao mesmo.

As mensagens *Membership Query* enviadas pelo roteador são enviadas a todo o momento pelo roteador em toda sua rede, caso haja algum *host* interessado em receber um conteúdo disponível em um grupo *Multicast*, esse *host* responde ao *Membership Query* com a mensagem *Membership Report*, dizendo ao roteador que quer receber o conteúdo, esse *host* pode já estar vinculado a um grupo *multicast*, lembrando que um *host* pode participar de vários grupos *Multicast*.

Nas Figuras 20 e 21 é ilustrado o roteador encaminhando uma mensagem de *Membership Query* e em seguida recebendo mensagens *Membership Report* dos *hosts* (DIG 2012).

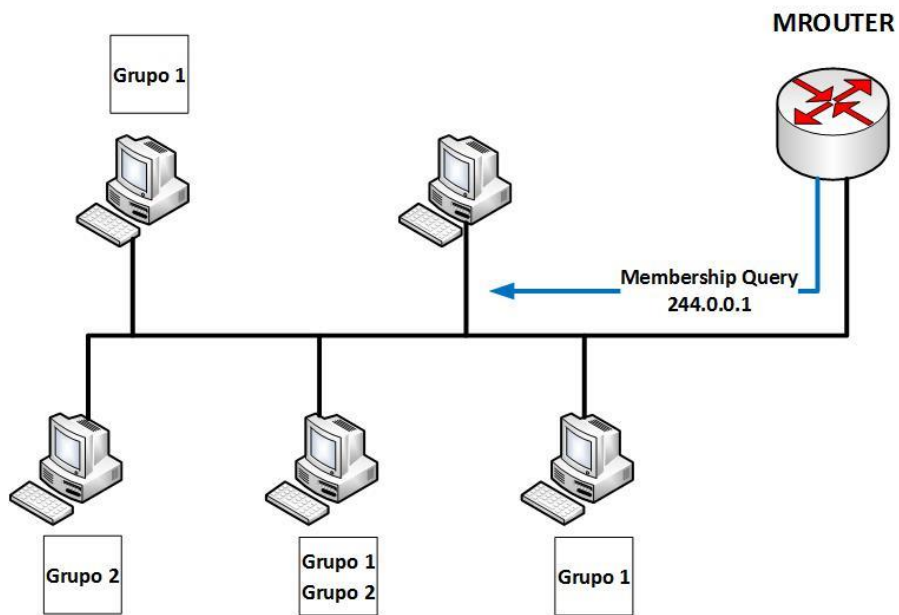


Figura 20 Membership Query - Fonte Dig 2012 Adaptado por Tonezi

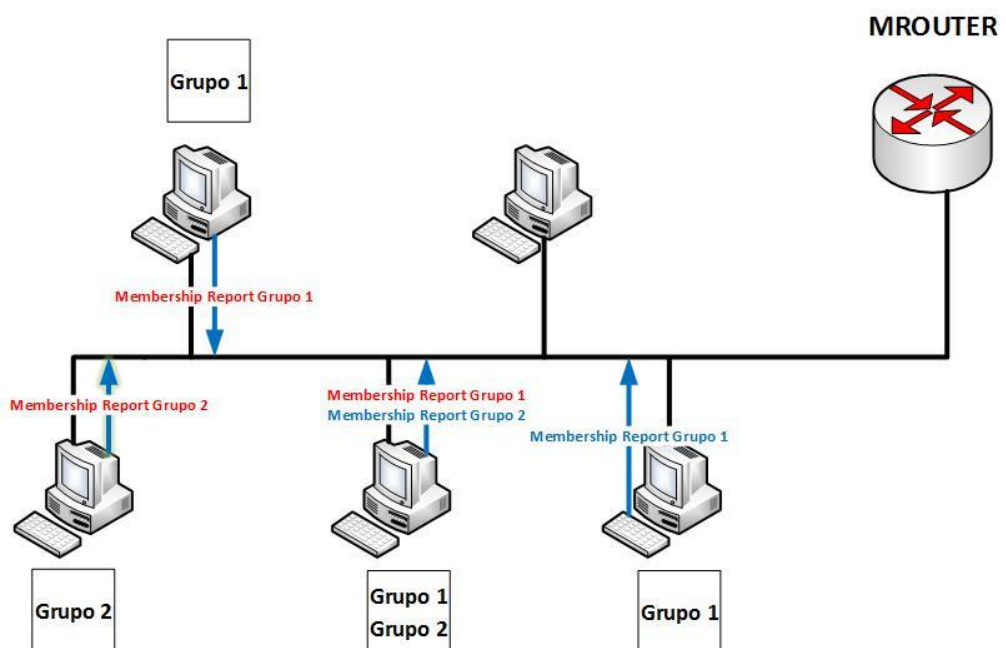


Figura 21 Membership Report - Fonte Dig 2012 Adaptado por Tonezi

Com esse conceito que foi apresentado, passando pelas diferentes arquiteturas de transmissão de pacotes, *Unicast*, *Broadcast* e *Multicast* podemos iniciar a implantação dos testes de desempenho na distribuição de vídeo em uma rede, o objetivo será tentar provar a eficiência do *Multicast* e sua gerência de grupos, se utilizando do protocolo IGMP em comparação ao *Unicast*, que é a outra forma de se requisitar um conteúdo de um determinado

servidor, lembrando que o modo *Broadcast* não faz uso de requisição, o mesmo encaminha o tráfego pra todos da sua rede, então foge da proposta aqui apresentada.

4. METODOLOGIA

Foi criada uma rede virtual utilizando se do *Virtual Box* versão 4.3.10, ferramenta de virtualização da *Oracle*. Esta rede será composta por três *hosts* e dois servidores, um dedicado a transmissão de um *Streamer* de vídeo e outro para o monitoramento através das ferramentas *Zabbix*, também será necessário virtualizar um roteador para que seja criado uma rede *Multicast* com gerência IGMP, utilizaremos o *RouterOS* da *Mikrotik* para essa finalidade. Serão realizados dois tipos de testes de transmissão, um será por método *Unicast* e outro *Multicast*, iremos colher os dados de monitoramento pela ferramenta *Zabbix* assim termos dados para realizar uma comparação de desempenho dos dois conceitos de rede. Nossa implantação seguirá: Criação da rede, de forma que todos os *hosts* e servidores se comuniquem; configuração do servidor de monitoramento, e configuração do roteador para configurar as formas de arquitetura de rede que será testada (*Unicast e Multicast*).

Após ter em mãos as informações geradas através dos dados obtidos pelo servidor de monitoramento *Zabbix*, podemos chegar a uma conclusão de qual a forma mais eficiente para se transmitir vídeos em demanda em uma rede IP.

4.1. Teste de Desempenho

Para a realização de teste de consumo em arquitetura *Unicast* foi utilizado a seguinte rede virtualizada, conforme mostrada da Figura 22.

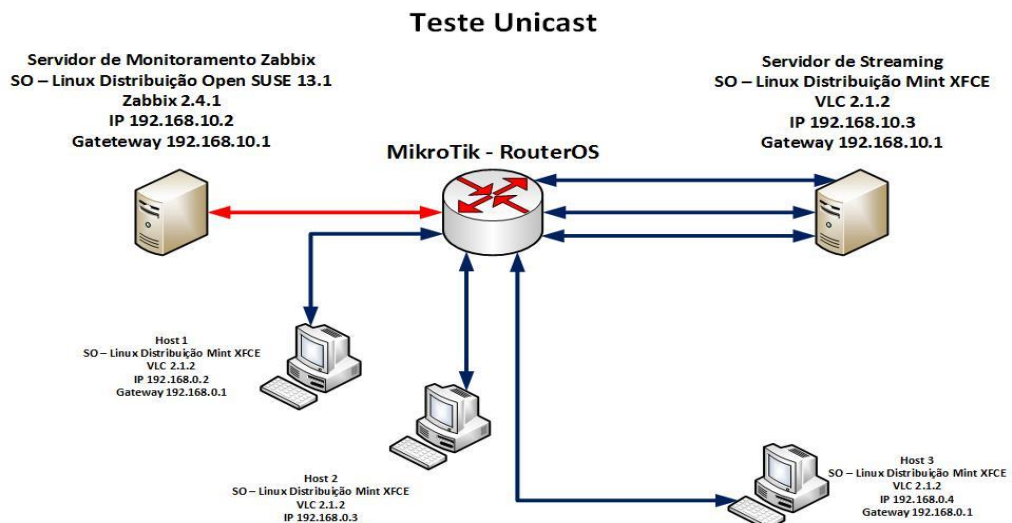


Figura 22 Rede de Teste Unicast - Fonte Autor

Como representado na Figura 22, foram configuradas duas redes, uma destinada aos dois servidores sendo um para gerar o tráfego do vídeo e o outro para realizar o monitoramento do tráfego, na outra classe de rede será destinada exclusivamente para os três hosts que receberam o fluxo de vídeo

O servidor de vídeo recebeu o IP 192.168.10.3, conforme pode ser visto na Figura 23.

```

Terminal
maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ifconfig
eth0  Link encap:Ethernet  Endereço de HW 08:00:27:f0:a3:fc
      inet end.: 192.168.10.3  Bcast:192.168.10.255  Masc:255.255.255.0
      endereço inet6: fe80::a00:27ff:fef0:a3fc/64  Escopo:Link
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
      pacotes RX:2 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
      Pacotes TX:86 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
      colisões:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:322 (322.0 B) TX bytes:14860 (14.8 KB)

lo    Link encap:Loopback Local
      inet end.: 127.0.0.1  Masc:255.0.0.0
      endereço inet6: ::1/128  Escopo:Máquina
      UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Métrica:1
      pacotes RX:167 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
      Pacotes TX:167 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
      colisões:0 txqueuelen:0
      RX bytes:11967 (11.9 KB) TX bytes:11967 (11.9 KB)

maicon@maicon-VirtualBox ~ $

```

Figura 23 Servidor de Vídeo - Fonte Autor

Para gerar o tráfego de vídeo foi utilizado o software VLC, onde o mesmo foi o responsável por encaminhar o vídeo para todos os outros *hosts* da rede. Para realizar esse processo deveram ser configuradas algumas informações no VLC, tais como protocolo e localizar do vídeo que é enviado, essas configurações são mostradas nas Figuras 24, 25 e 26.

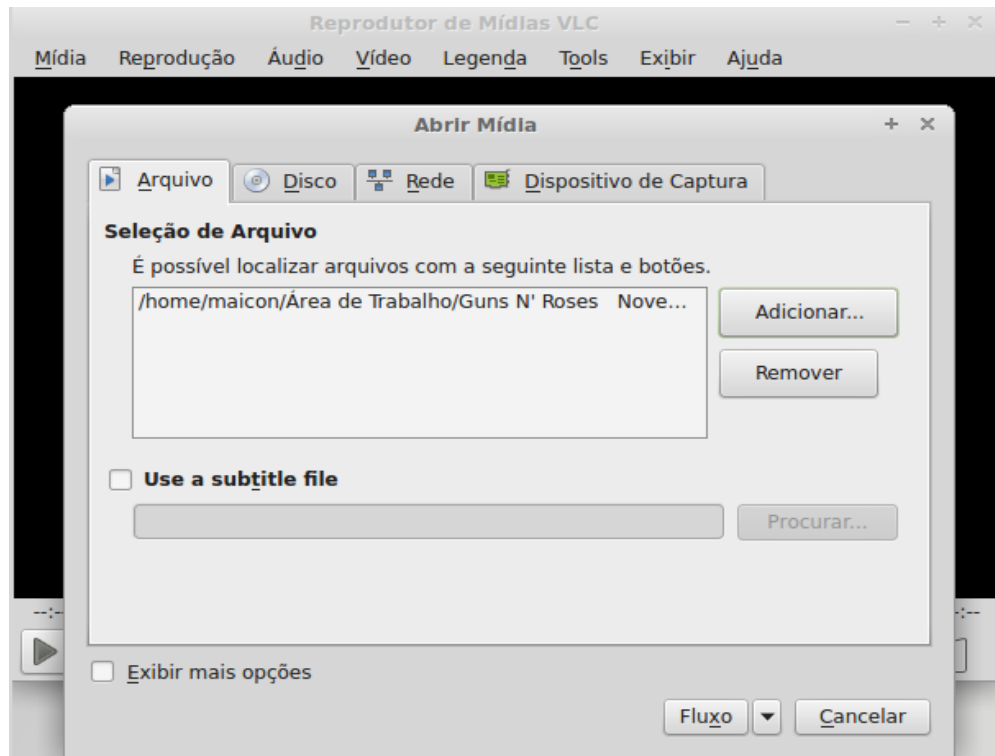


Figura 24 Localizar Vídeo – Fonte Autor

Quando aberto o VLC , deve ser escolhida a opção “Mídia” e depois “Fluxo” onde é escolhido o arquivo (vídeo) que será transmitido para os outros hosts da rede, esse processo é visto na Figura 24. Em seguida clicar em “Fluxo” e “Fluxo” novamente para finalizar essa etapa.

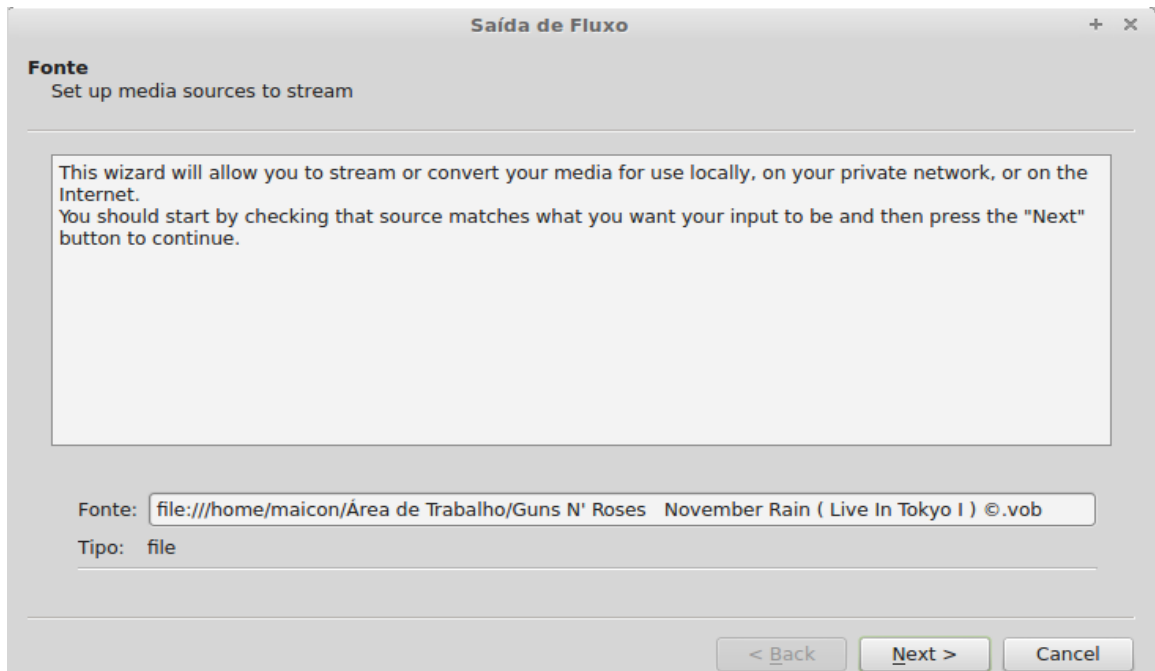


Figura 25 Confirmação de Arquivo de Vídeo Fonte Autor

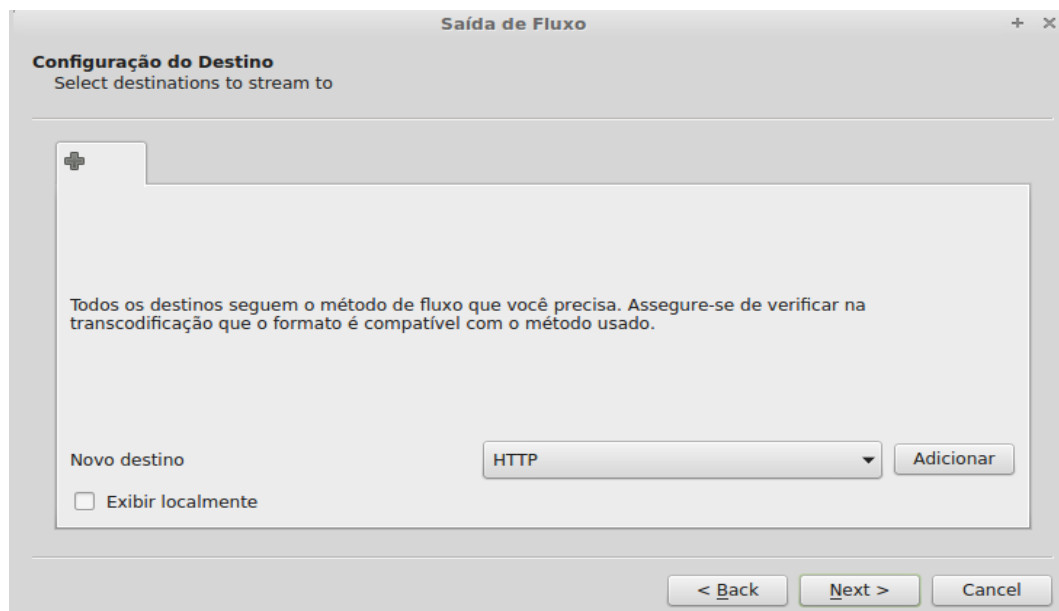


Figura 26 Protocolo HTTP – Fonte Autor

Na Figura 27 é mostrada uma tela onde é confirmada a fonte do arquivo, como mostrado na Figura 25, pode-se então dar continuidade clicando em “Next >”.

Na próxima etapa deve-se ser escolhido o protocolo que será utilizado, o HTTP pode ser visualizado na Figura 26. Em seguida a porta é confirmada, a porta padrão 8080, Figura 27.

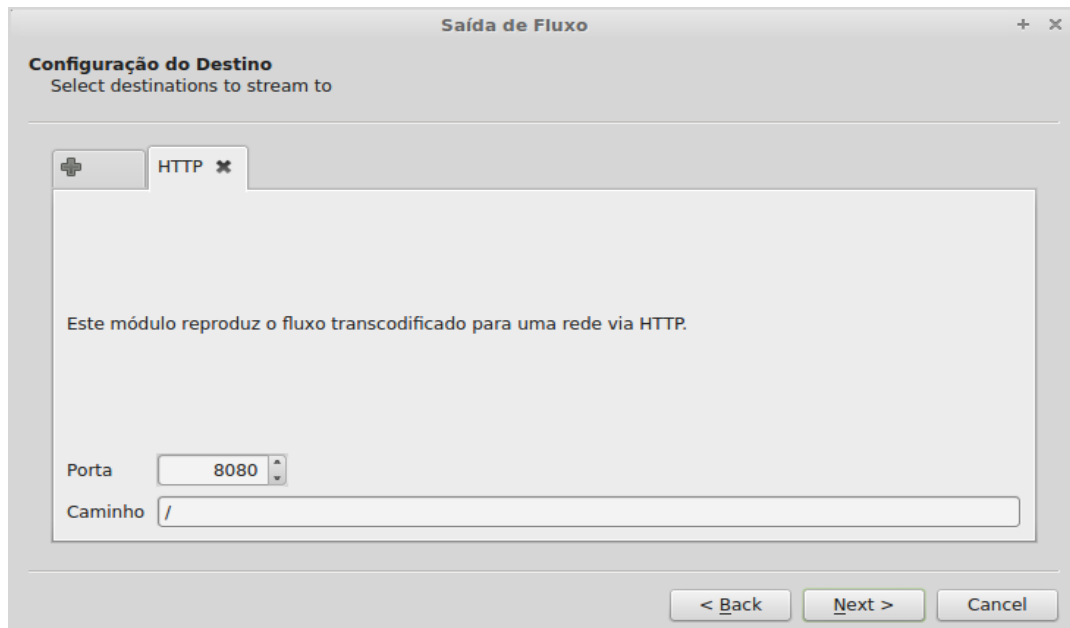


Figura 27 Porta 8080 – Fonte Autor

Após clicar em “Next >” temos de definir o formato ao qual o vídeo é convertido para ser entregue em *streaming* para a rede, o formato escolhido é padrão MPEG-2, como mostrado na Figura 28.

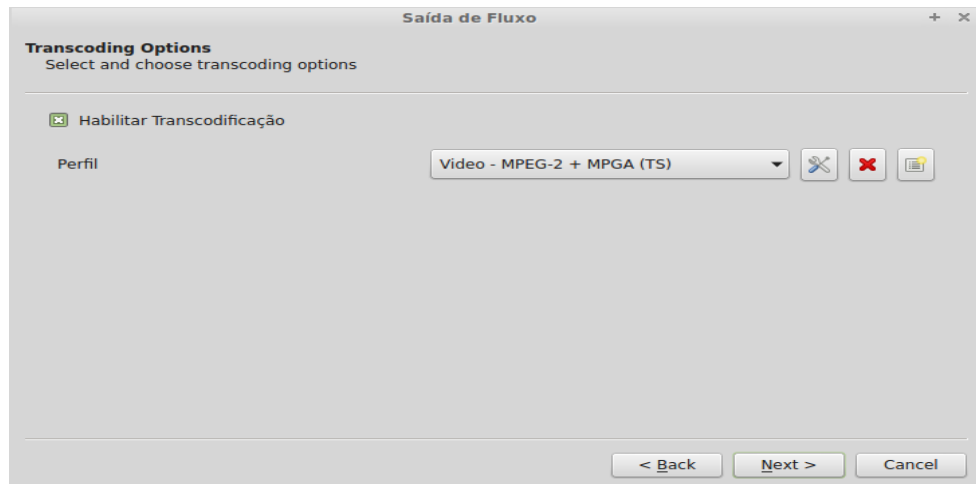


Figura 28 Formato MPEG 2 – Fonte Autor

Confirmando o formato do vídeo, apenas resta confirmar as configurações realizadas até aqui clicando em “*Stream*”, Figura 29.

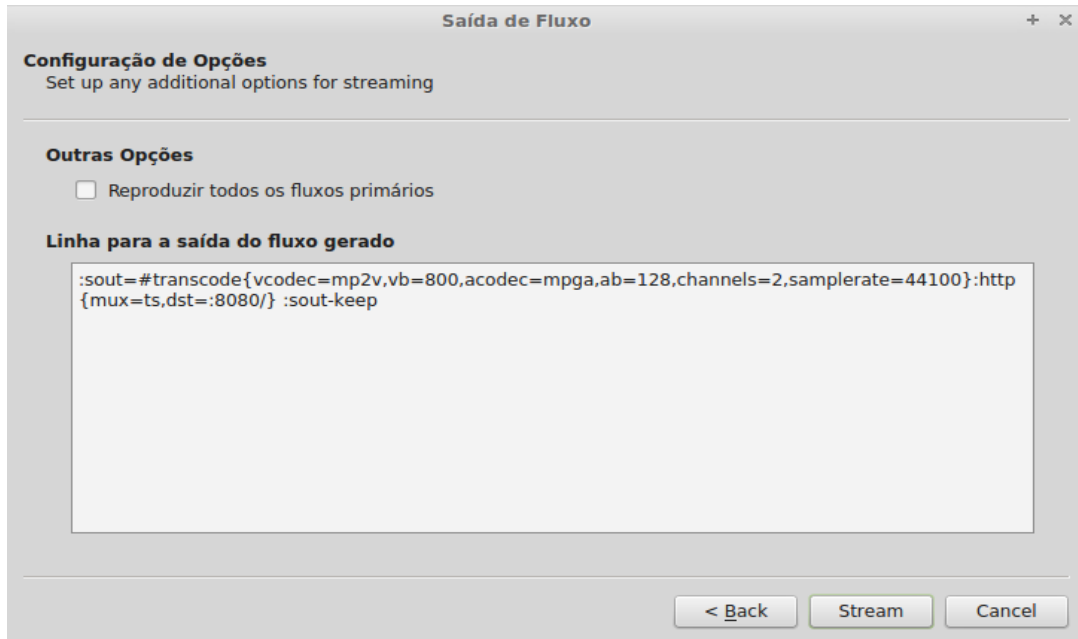


Figura 29 Processo Finalizado – Fonte Autor

O servidor de vídeo com IP 192.168.10.3 já está transmitindo (Figura 30), restando agora a configurações dos *hosts* que receberam esse fluxo, assim o servidor de monitoramento Zabbix (IP 192.168.10.2) já pode colher os dados necessários para futura análise de desempenho.

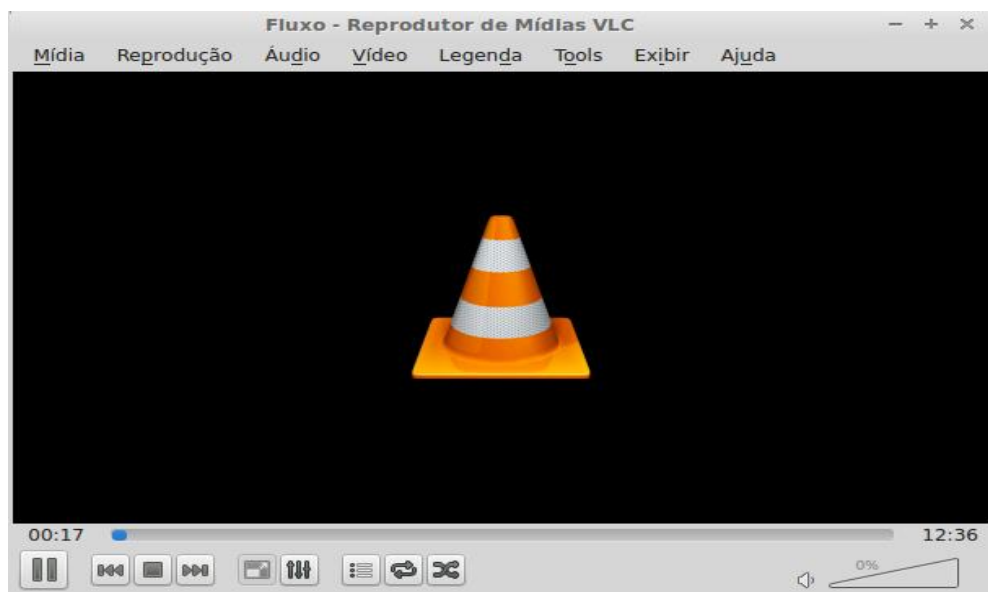
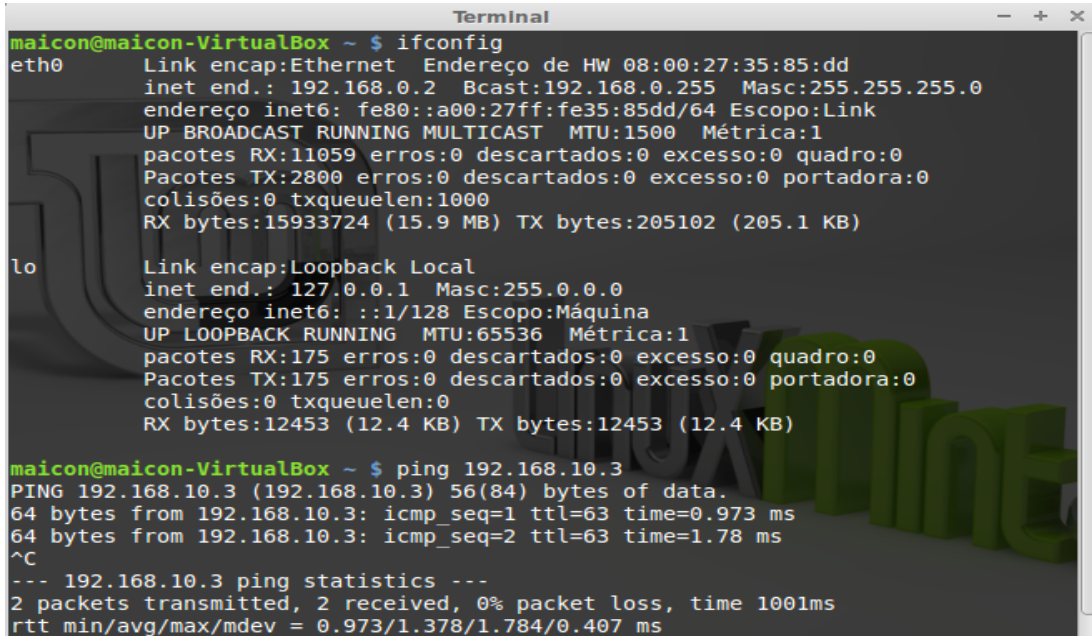


Figura 30 VLC Transmitindo – Fonte Autor

Para dar continuidade será realizado as configurações dos *hosts* que receberam o conteúdo, acessando a máquina de IP 192.168.0.2 ilustrado na Figura 31 através do comando

“*ifconfig*” no terminal de comando do Linux que sua configuração de rede está ok e se comunicando com o servidor de vídeo.



```

Terminal
maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  Endereço de HW 08:00:27:35:85:dd
          inet end.: 192.168.0.2  Bcast:192.168.0.255  Masc:255.255.255.0
          endereço inet6: fe80::a00:27ff:fe35:85dd/64  Escopo:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
          pacotes RX:11059  erros:0  descartados:0  excesso:0  quadro:0
          Pacotes TX:2800  erros:0  descartados:0  excesso:0  portadora:0
          colisões:0  txqueuelen:1000
          RX bytes:15933724 (15.9 MB)  TX bytes:205102 (205.1 KB)

lo        Link encap:Loopback Local
          inet end.: 127.0.0.1  Masc:255.0.0.0
          endereço inet6: ::1/128  Escopo:Máquina
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Métrica:1
          pacotes RX:175  erros:0  descartados:0  excesso:0  quadro:0
          Pacotes TX:175  erros:0  descartados:0  excesso:0  portadora:0
          colisões:0  txqueuelen:0
          RX bytes:12453 (12.4 KB)  TX bytes:12453 (12.4 KB)

maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ping 192.168.10.3
PING 192.168.10.3 (192.168.10.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.973 ms
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.78 ms
^C
--- 192.168.10.3 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.973/1.378/1.784/0.407 ms

```

Figura 31 Host 192.168.0.2 – Fonte Autor

Sendo confirmado que a rede está funcionando normalmente deve-se configurar o VLC para receber o tráfego. Após aberto o software, deve-se ir em “Mídia” e na sequência “Abrir Fluxo de Rede”, aqui é necessário informar o servidor no qual deverá ser autenticado para receber o *streamng*, como mostrado na Figura 32.



Figura 32 Host Solicitando Vídeo – Fonte Autor

Basta clicar em “Reproduzir” que o vídeo começara a ser gerado, como exibido na Figura 33.



Figura 33 Host recebendo Tráfego de Vídeo – Fonte Autor

Nesse momento a rede está trabalhando com o servidor de vídeo encaminhando o conteúdo para o host 192.168.0.2, basta repetir esse processo nos outros dois *hosts* para que o cenário de teste esteja completo. Nas Figuras 34 e 35 pode-se ver a rede funcionando normalmente nos outros dois *hosts*.

```

Terminal
maicon@maicon-VirtualBox ~ $ clear
maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  Endereço de HW 08:00:27:50:bf:d6
          inet end.: 192.168.0.3  Bcast:192.168.0.255  Masc:255.255.255.0
          endereço inet6: fe80::a00:27ff:fe50:bfd6/64  Escopo:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
          pacotes RX:210  erros:0  descartados:0  excesso:0  quadro:0
          Pacotes TX:211  erros:0  descartados:0  excesso:0  portadora:0
          colisões:0  txqueuelen:1000
          RX bytes:33868 (33.8 KB)  TX bytes:30385 (30.3 KB)

lo        Link encap:Loopback Local
          inet end.: 127.0.0.1  Masc:255.0.0.0
          endereço inet6: ::1/128  Escopo:Máquina
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Métrica:1
          pacotes RX:194  erros:0  descartados:0  excesso:0  quadro:0
          Pacotes TX:194  erros:0  descartados:0  excesso:0  portadora:0
          colisões:0  txqueuelen:0
          RX bytes:13581 (13.5 KB)  TX bytes:13581 (13.5 KB)

maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ping 192.168.10.3
PING 192.168.10.3 (192.168.10.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.45 ms
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.04 ms
^C

```

Figura 34 Host 192.168.0.3 – Fonte Autor

```

Terminal
maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ifconfig
eth0  Link encap:Ethernet  Endereço de HW 08:00:27:eb:0e:3a
      inet end.: 192.168.0.4  Bcast:192.168.0.255  Masc:255.255.255.0
      endereço inet6: fe80::a00:27ff:feeb:e3a/64  Escopo:Link
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
      pacotes RX:147 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
      Pacotes TX:211 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
      colisões:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:22280 (22.2 KB) TX bytes:31324 (31.3 KB)

lo    Link encap:Loopback Local
      inet end.: 127.0.0.1  Masc:255.0.0.0
      endereço inet6: ::1/128  Escopo:Máquina
      UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Métrica:1
      pacotes RX:165 erros:0 descartados:0 excesso:0 quadro:0
      Pacotes TX:165 erros:0 descartados:0 excesso:0 portadora:0
      colisões:0 txqueuelen:0
      RX bytes:11829 (11.8 KB) TX bytes:11829 (11.8 KB)

maicon@maicon-VirtualBox ~ $ ping 192.168.10.3
PING 192.168.10.3 (192.168.10.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.788 ms
64 bytes from 192.168.10.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.19 ms
^C
--- 192.168.10.3 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.788/0.990/1.193/0.204 ms

```

Figura35 Host 192.168.0.4 – Fonte Autor

Com todos os *hosts* (IP 192.168.0.2, IP 192.168.0.3 e IP 192.168.0.4) devidamente configurados, tanto sua rede quanto os softwares de recebimento de vídeo (VLC) o ambiente para coletar os dados pelo servidor Zabbix (IP 192.168.10.2) está completo. É possível ver pela Figura 36 que todos os 3 *hosts* estão operando normalmente, com uma qualidade de imagem bem nítida.

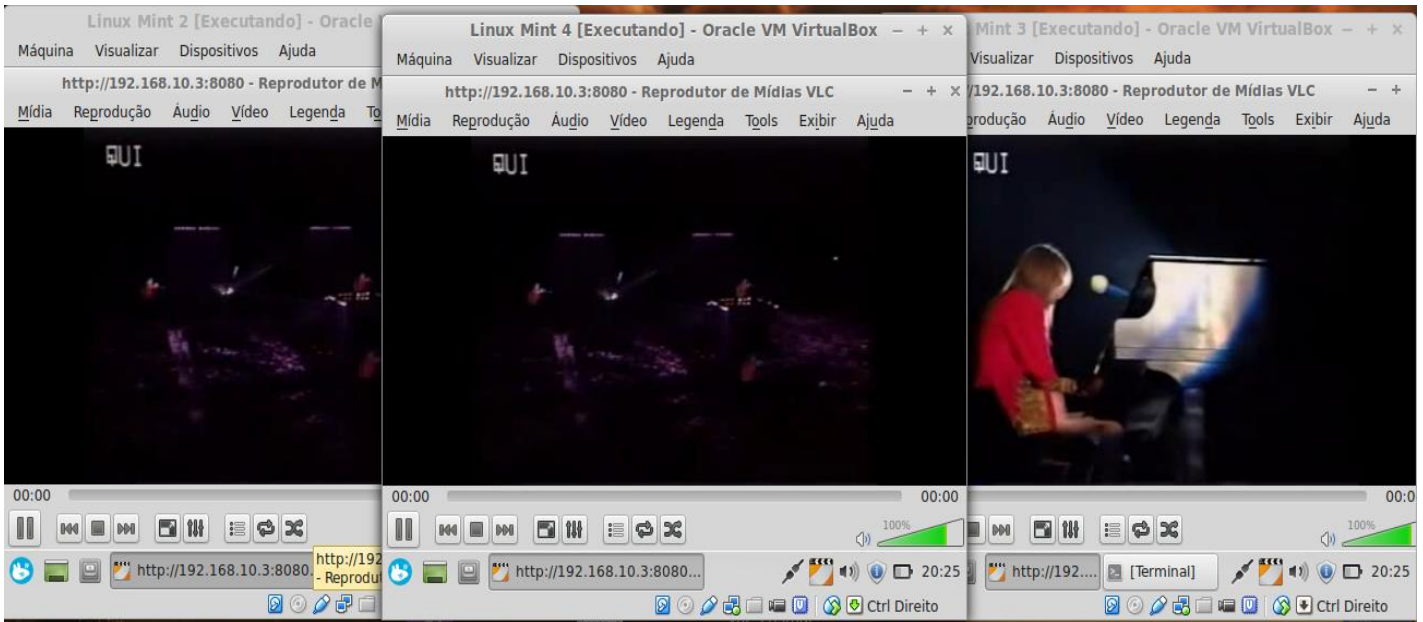


Figura 36 Hosts recebendo o Tráfego – Fonte Autor

Já com os 3 *hosts* recebendo o vídeo do servidor e com o Zabbix realizando o monitoramento a rede de teste em *Unicast* está em andamento. Na arquitetura *Unicast* cada host solicita o vídeo de forma que o servidor deve gerar tráfego de forma igualmente para cada uma das máquinas ao qual chegar à solicitação, esse processo é mostrado na Figura 37.

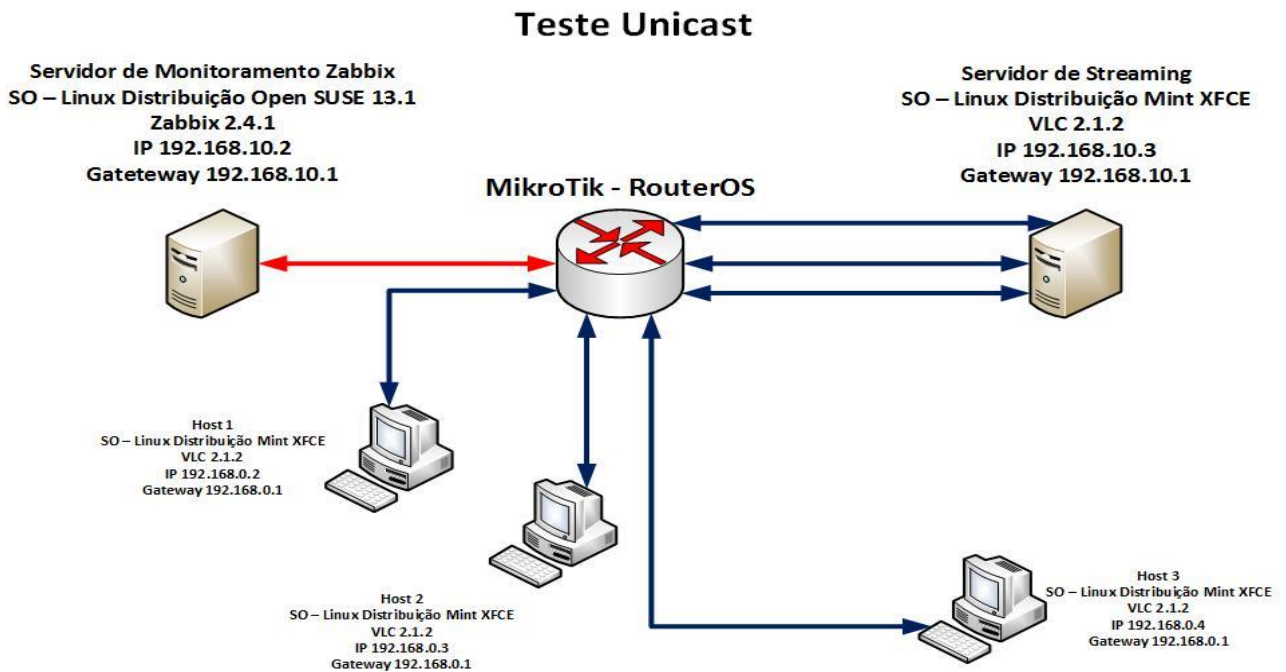


Figura 37 Processo de Tráfego em Rede Unicast

A rede foi submetida a carga de trabalho, com o vídeo sendo transmitido por 20 minutos, assim teremos uma quantidade suficiente de dados para nível de comparação com o teste efetuado em uma arquitetura *Multicast*.

A seguir é descrito o cenário testes com a arquitetura *Multicast*, o servidor de vídeo o processo é quase o mesmo, porém devemos alterar o protocolo utilizado para gerar o *Streaming*, na rede *Unicast* utiliza-se o HTTP, já no *Multicast* utiliza-se o RTP, já que o HTTP é um protocolo nativo da arquitetura *Unicast*. A mudança pode ser vista na Figura 38.



Figura 38 Protocolo RTP – Fonte Autor

O IP que é transmitido deve ser configurado na próxima etapa, clicando em “Next>”, lembrando que para utilizando o serviço IGMP deve-se utilizar um IP Classe D, veja a configuração na Figura 39.

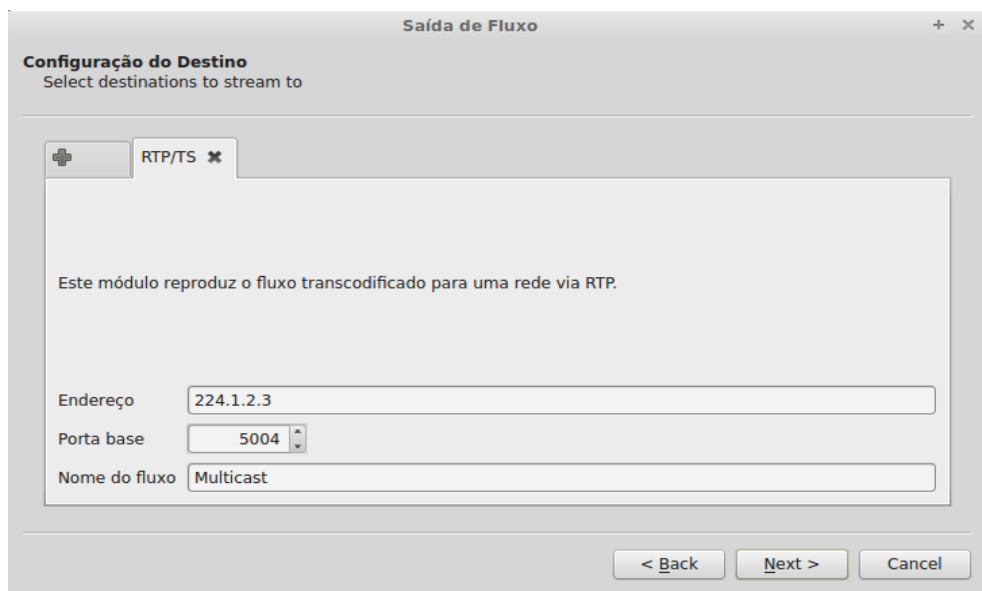


Figura 39 IP Classe D 224.1.2.3 – Fonte Autor

Encerradas essas configurações no servidor de vídeo, o processo é o mesmo da arquitetura que foi apresentada anteriormente no modo *Uniscat*.

Para os *hosts* receberem o fluxo deve-se direcionar para o IP do grupo IGMP que foi configurado como ilustrado na Figura 40, já na Figura 41 ilustra a configuração e o *Stream* sendo recebido.

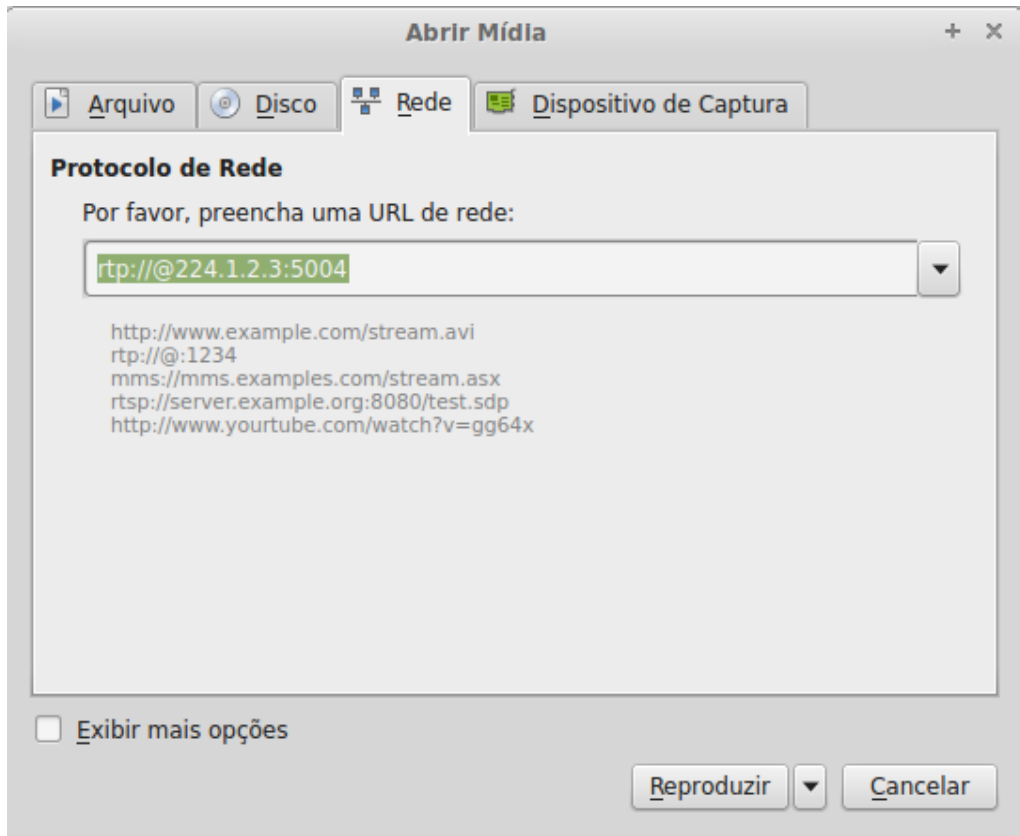


Figura 40 Host Direcionado para o Grupo 224.1.2.33 – Fonte Autor



Figura 41 Host Recebendo Tráfego do Grupo IGMP – Fonte Autor

No momento apenas uma máquina da rede dos hosts está recebendo o conteúdo, o processo anterior será realizado em todas as máquinas, assim todas receberam os dados, ou seja, o mesmo grupo IGMP (IP 224.1.2.3). Na Figura 42 é possível ver todos os hosts recebendo o tráfego com uma ótima qualidade de imagem.

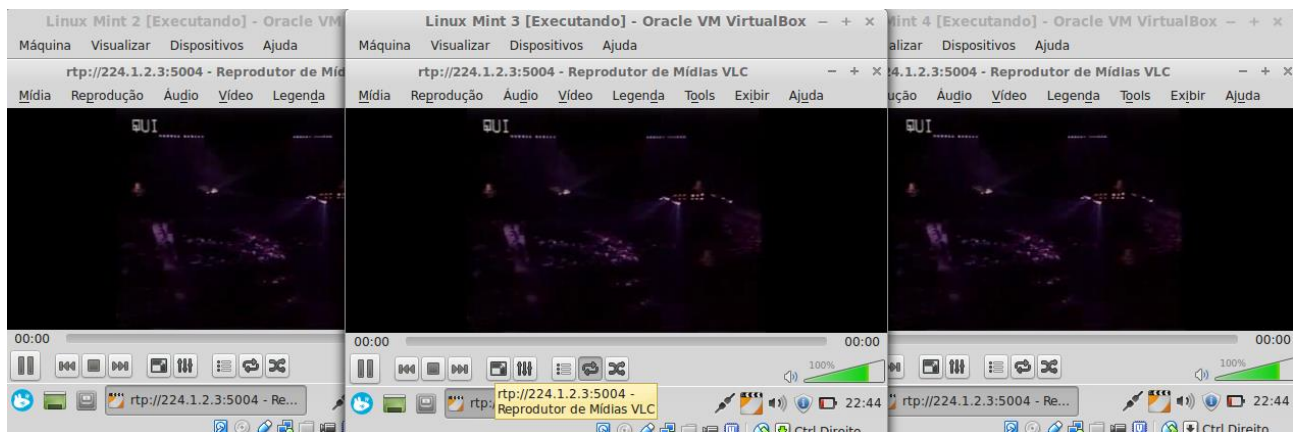


Figura 42 Hosts recebendo do Grupo Multicast – Fonte Autor

A rede *Multicast* está funcionando normalmente e gerando dados no servidor de monitoramento para gerar aos dados e assim extrair as informações para comparar a largura de banda que foi utilizada em ambas as arquiteturas.

Para visualizar melhor toda a estrutura virtualizada ficou conforme representado na Figura 43.

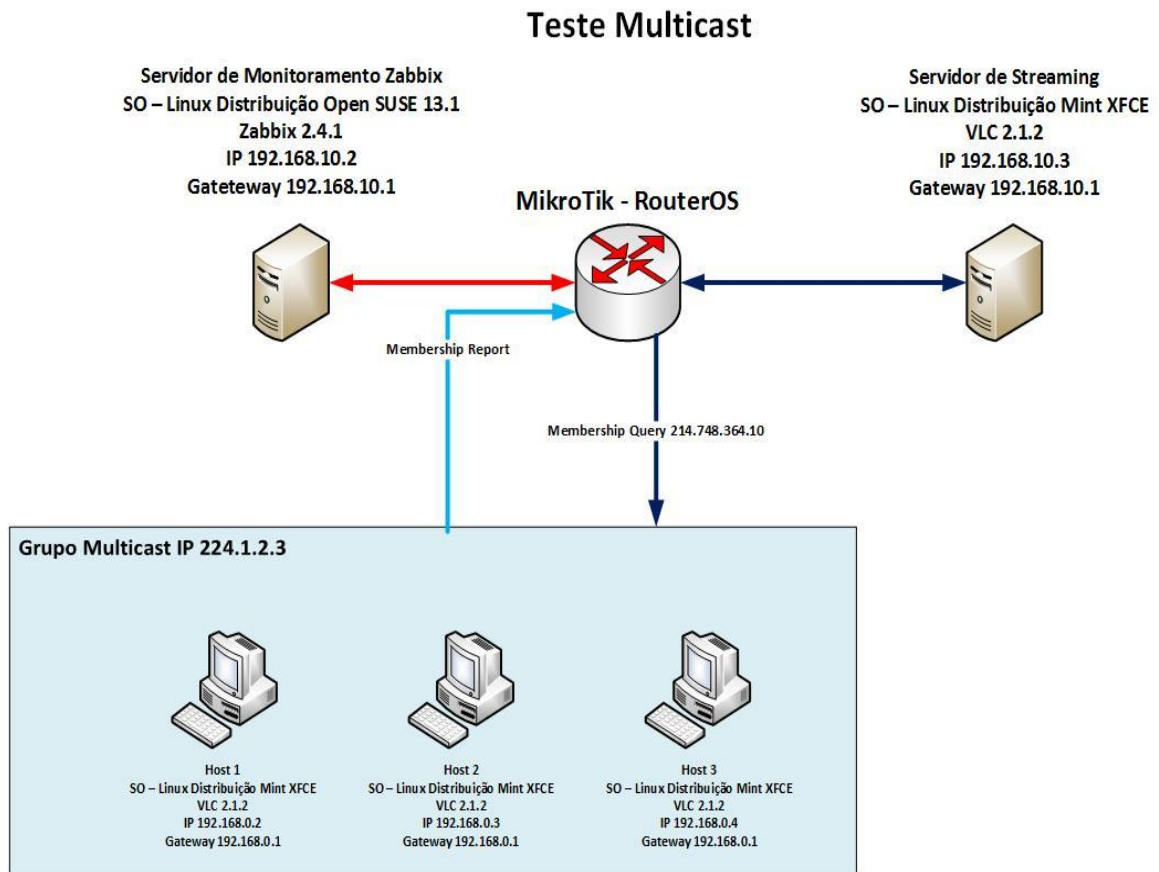


Figura 43 Rede de Teste Multicast – Fonte Autor

A Figura 43 ilustra todo o tráfego encaminhado para um grupo de *hosts* (representado pelo quadro em azul claro), diferentemente da arquitetura *Unicast*.

4.2. Resultados

Os dados que foram obtidos pelo servidor de monitoramento após 20 minutos de tráfego de vídeo são apresentados, o processo para coleta de resultados foram realizados 5 vezes em cada arquitetura (*Unicast* e *Multicast*).

Na arquitetura *Unicast* verificou um consumo de banda na interface do servidor de vídeo com média de picos de 4,4 Mbps e uma média de 2,46 Mbps, a Figura 44 representa os dados do Teste 1 do cenário *Unicast*, já a Figura 45 ilustra todos os testes que foram realizados com essa arquitetura.

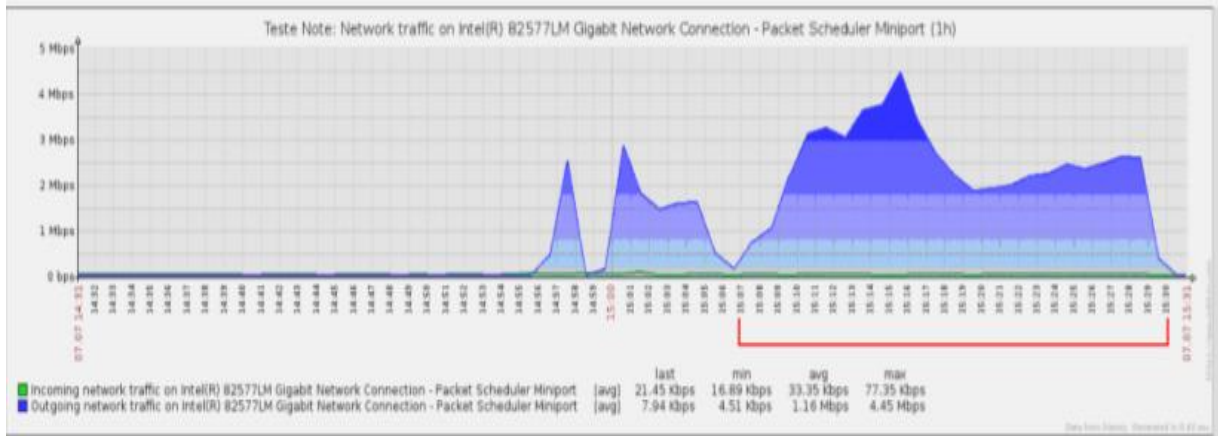


Figura 44 Gráfico de Consumo Unicast Teste 1 – Fonte Autor

No gráfico da Figura 44 é possível ver o consumo tendo uma oscilação (linha vermelha) que possui picos de consumo em até 4,3Mbps.

Tabela 7 Testes de Consumo de Tráfego Uniscat – Fonte Autor

Unicast	Teste 1 (Figura 44)	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
Pico de Consumo	4.3	4.5	4.8	4.1	4.3	4.4
Média de Consumo	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4

A Tabela 7 mostra todos os resultados que foram conseguidos com todos os testes realizados, onde se manteve sempre com picos altos de consumo, chegando a faixa de 4,8 Mbps e finalizando com uma média geral de 4,4 Mbps.

A figura 45 pode se ver um gráfico que ilustra todos os 5 testes que foram realizados, onde a coluna azul ilustra o pico de consumo e a vermelha ilustra a média de cada teste.

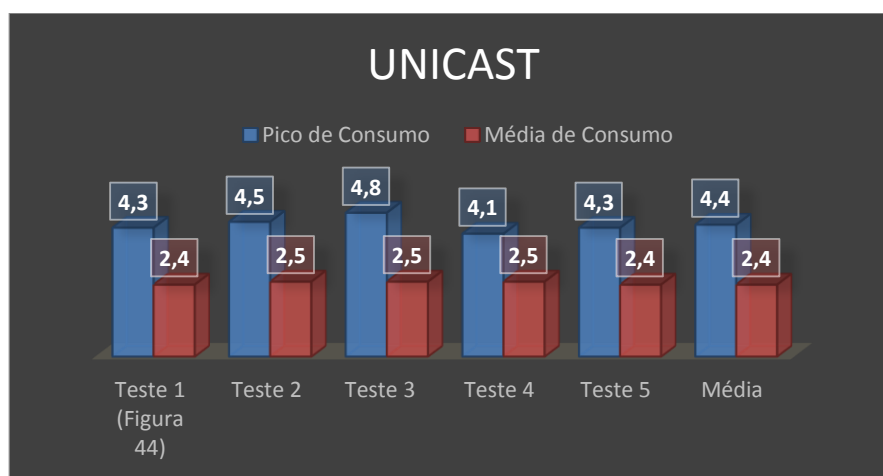


Figura 45 Resultados Unicast – Fonte Autor

Os números gerados pela arquitetura *Multicast* tiveram um resultado melhor, a Figura 46 ilustra o Teste 1 *Multicast*, onde houveram médias de picos de consumo de banda de 1.6Mbps e uma média de 1.1 Mbps como ilustrado na Figura 47.

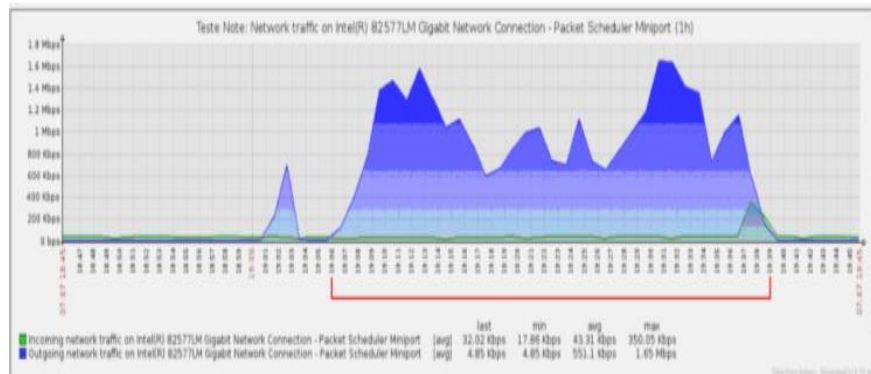


Figura 46 Gráfico de Consumo Multicast Teste 1 – Fonte Autor

A Figura 46 como foi citada ilustra o primeiro teste realizado em uma arquitetura *Multicast*, onde é possível visualizar (linha vermelha) um pico de consumo de 1,6 Mbps mantendo uma média de 1 Mbps

Tabela 8 Testes de Consumo de Tráfego Multicast – Fonte Autor

Multicast	Teste 1 (Figura 45)	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
Pico de Consumo	1.6	1.5	1.9	1.6	1.6	1.6
Média de Consumo	1	1	1.3	1.3	1.1	1.1

A Tabela 8 ilustra todos os resultados obtidos nos testes que foram realizados em seguida, onde o teste que houve maior consumo teve um resultado de 1,9 Mbps e no geral se chegou a uma média de 1,1 Mbps.

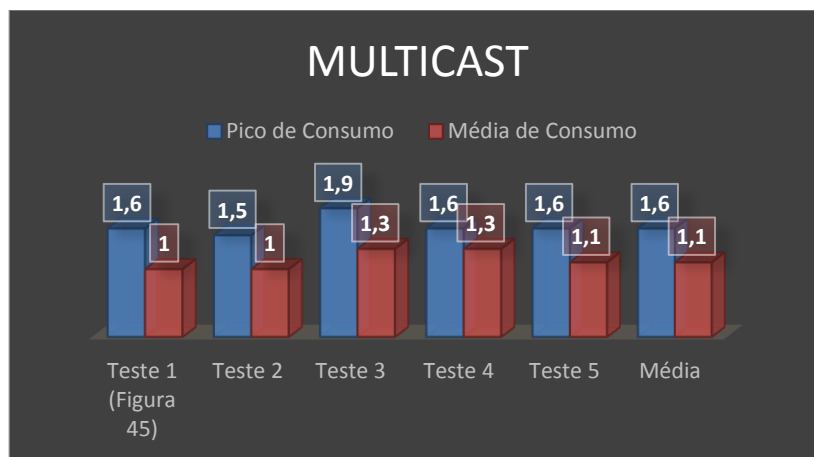


Figura 47 Resultados Multicast – Fonte Autor

A Figura 47 a um gráfico ilustrando todos os 5 testes que foram realizados na arquitetura *Multicast*, onde a coluna azul informa o pico de consumo de cada teste e a coluna vermelha a sua média.

Foram colocados os dois resultados em forma de gráfico para melhor visualização dos dados de desempenho obtidos de ambas as arquiteturas em sua média dos 5 testes realizados, pode ser consultado esse comparativo na Figura 48, onde a coluna azul ilustra o pico *Unicast* e sua média e a coluna vermelha ilustra o pico *Multicast* e sua média de consumo.

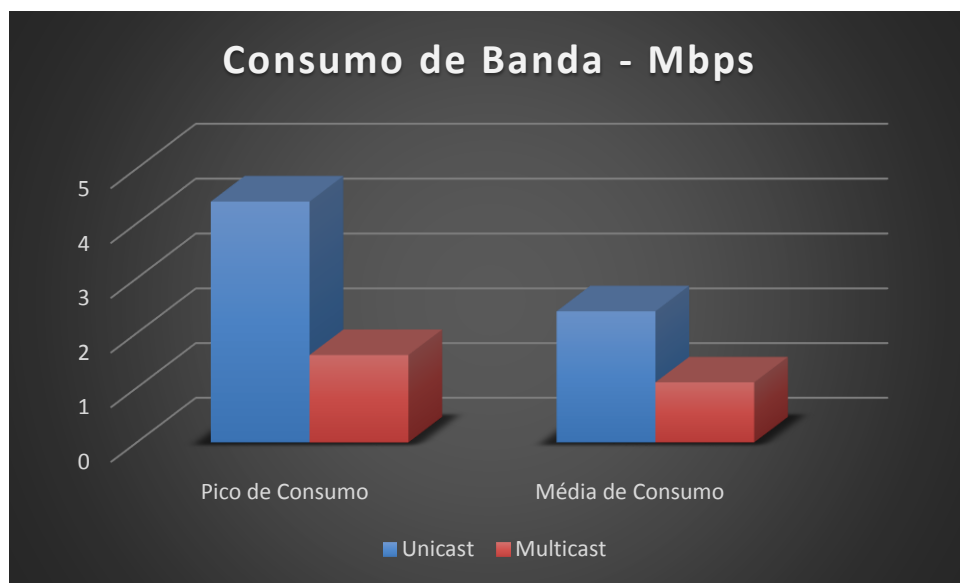


Figura 48 Consumo de Banda Unicast x Multicast – Fonte Autor

5. CONCLUSÃO

Através desse estudo foi possível se familiarizar-se com a tecnologia IPTV onde foi mostrado seus diferenciais, e todo seu conceito tanto na parte lógica quanto a parte de infraestrutura da rede. Chegou-se a uma conclusão que o sistema IPTV com todos os seus diferenciais se torna uma ótima opção para os provedores que buscam inovar na forma de se distribuir conteúdo televisivo.

Sobre os testes de consumo que foram realizados nesse trabalho tem como objetivo mostrar a viabilidade da implantação de uma rede dessa magnitude, onde haja pouco impacto no consumo de banda. Com os testes foi possível ter um contato direto com a tecnologia *Multicast* que é empregada nessa solução, foi possível avaliar na prática a eficiência que foi apresentada na teoria neste trabalho.

Com os testes chegasse à conclusão que o consumo de uma rede quando se trabalhada em *Multicast* se torna muito mais viável, não havendo um grande impacto nos servidores de vídeo, quando tratamos em distribuição de conteúdo.

Ao fim deste trabalho foi adquirido conhecimento para a implantação de uma rede em *Multicast*, podendo assim haver um melhor entendimento da tecnologia IPTV e suas vantagens.

Vale ressaltar as dificuldades encontradas no decorrer desta Monografia, buscar fontes confiáveis para entendimento teórico da topologia, sendo que a grande parte das fontes utilizadas neste trabalho remete a Artigos e Monografias na área de Engenharia Elétrica, onde foi realizado um grande esforço para se compreender o seu conceito. A nível de testes, foi necessário muita dedicação para se conseguir chegar a uma configuração de host (Memoria, Processamento entre outros componentes) que tornaria viável a elaboração de uma rede virtual, tendo considerado que havia limitações técnicas a nível de equipamentos a disposição para se realizar os testes.

Como proposta de Trabalhos Futuros atento para a importância de dar continuidades nos testes com mais cenários, onde haja mais roteadores, mais grupos de *Multicast* e ainda possibilidade de se conseguir baixar mais o consumo focando na compressão do vídeo, buscando novos formatos, não apenas o tradicional MPEG-2.

BIBLIOGRAFIA

ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações. Qualidade da Banda Larga Publicação de Indicadores (dezembro/13). Disponível em: http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/sala_imprensa/6-2-2014--13h14min11s-Divulgacao_Indicadores_Dezembro_2013_FINAL.pdf Acesso em: 10 de ago. 2014.

AKAMAI.AKAMAI'S STATE OF THE INTERNET Q4 2013 REPORT | VOLUME 6 NUMBER 4. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/219805075/Q4-2013-Akamai-SOTI-Report>>. Acesso em: 4 Jun. 2014.

ALBIS Disponível em: < <http://www.albistechnologies.com/en/corporate/index.php>>. Acesso em: 05/ Dez. 2014.

BENISTON, G. MSAPs: **A Heavy Reading Competitive analysis**, 2005.

CAVENDISH Sergio. Conceitos Gerais do Padrão MPEG-2. PUC Rio 2005 - Certificação Digital Número 0310814/CB

CIANET. Disponível em: <www.cianet.ind.br>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FRANCA Wallace de Freitas – Analise de Tráfego e Simulação de redes Multicast - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – 2013

HEATH, J. IPTV impact on public networks .Maryland: DittbernerAssociates,2006. 196 p.

SKYVISION. Disponível em: <<http://www.skyvision.net/glossary/lbn-low-noise-block-converter>>. Acesso em: 10 Out. 2014.

LOVISOLO - SILVA, Eduardo A. B.; LOVISOLO, Lisandro; Aplicações e Tendências da IPTV; TEC Amazônia, T&C Amazônia, Ano V, Número 12, Outubro de 2007, publicação.

MAY Ricardo Artigo; Sistema de IPTV com middleware brasileiro; Revista da SET, Novembro de 2012 publicação

RODRIGUES, Leandro M. IPTV Conceitos, Padrões e Soluções. Fevereiro 2006. Dissertação apresentada à Escola PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação

SIMPSON, W. Video over IP: a practical guide for to technology and applications. Massachusetts: Focal Press Media Technology Professional,2006. 493 p.

THOMPSON, R;. IPTV and the future of Telecom Video Network Architecture. New York: Light Reading, Jun. 2005. 84 p. (Heavy Reading, v.3, n. 9

TELEFONICA Disponível em: < <http://www.telefonica.com/en/shareholders-investors/pdf/rdos14t3-pres.pdf> >. Acesso em: 02/ Dez. 2014.

TELEMANAGEMENT FORUM. Enhanced Telecom Operations Map (eTOM):the Business Process Framework, Versão 6.0. New Jersey: TMFORUM, Nov.2005. 81 p

ROESLER , Valter. **Transmissão Multicast** versão resumida. 2001. 15f. Tese -Universidade do vale do Rio do Sinos Unisinos, São Leopoldo, 2001.

ZAPATER Marcio Nieblas. ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DAINTRODUÇÃO DE SERVIÇOS-IPTV POR OPERADORAS DETELECOMUNICAÇÕES. 2007. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica

WALKO, J. I Love my IPTV. Communications Engineer: Stevenage, v.3, n.6,p. 16-19. , Dec. 2005/Jan. 2006