

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DE SERVIÇO *TRIPLE PLAY* COM FLUXO DE TV DIGITAL: UMA PESQUISA BASEADA EM SIMULAÇÃO

Pedro I O Carvalho – pedrocarvalho96@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Sistemas de Informação.
Avenida dos Universitários, s/n.
68746-360 – Castanhal – Pará

Marcos C R Seruffo – seruffo@ufpa.br
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Sistemas de Informação.
Avenida dos Universitários, s/n.
68746-360 – Castanhal – Pará

***Resumo:** Este trabalho utiliza a ferramenta OPNET MODELER para simular o uso da rede WiMAX como canal de retorno para sistema de TV Digital Interativa com serviços de Triple Play em Background, visando verificar o desempenho da rede, analisar a capacidade de fluxo que a mesma suporta e antever possíveis gargalos, para garantir qualidade de serviço do sistema no caso de grandes cargas de usuário simultaneamente.*

***Palavras-chave:** TV Digital Interativa, Opnet Modeler, Triple Play.*

1. INTRODUÇÃO

Apesar do rápido desenvolvimento das telecomunicações, ainda há regiões onde o acesso à Internet ou telefonia é difícil ou inexistente. A infraestrutura tradicional é dispendiosa; e, para as empresas, cada investimento deve garantir um retorno satisfatório. Como observado por (KHAMISS & ABDULLAH, 2003), não é sempre possível oferecer aos clientes uma rede de acesso à internet por cabo (como a rede DSL), sendo este cenário frequente em áreas de baixa densidade populacional - onde seria muito elevado o custo para instalação de infraestrutura cabeada. Para a população que fica desprovida de meios de acesso à Internet, é uma exclusão digital. Para o Governo, este é um grave problema social que, em um mundo cada vez mais digital, deve ser combatido com medidas inclusivas.

Dentre as tecnologias de comunicação, a televisão é a de maior capilaridade e está presente em 97,2% dos lares brasileiros (IBGE – PNAD, 2012). Possui uma abrangência de sinal que envolve grande parte do território nacional. O custo de aquisição de um aparelho moderno está cada vez menor à medida que seus componentes são massificados e tende a seguir por essa vertente. Em 2014 e 2016 o Brasil será sede de importantes eventos mundiais

(Copa do Mundo e Olimpíadas, respectivamente), impulsionando o mercado do entretenimento que busca a cada dia prover equipamentos melhores, mais finos e leves.

O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), desenvolvido pelo governo federal, é uma iniciativa que desponta entre as novas tecnologias e um de seus objetivos é “promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando a democratização da informação” (DECRETO 4.901, 2003). Segundo (SILVA et al, 2012), o SBTVD tem seus requisitos e condições definidas de tal forma que venha a ser um meio para atender às necessidades específicas da sociedade do País. Também segundo os autores, os atributos básicos desse sistema são:

- Baixo custo e robustez na recepção do sinal;
- Flexibilidade e capacidade de evolução;
- Interatividade e novos serviços (Inclusão Digital).

Dentre as várias aplicações possíveis para o SBTVD, está a utilização de aplicativos inclusivos, tais como o TV EDUC 2.0, que consiste em uma abordagem onde o aluno assiste a uma aula pela televisão e interage com o aplicativo através do controle remoto, trazendo uma nova ferramenta capaz de realizar visualização de materiais complementares de ensino para o melhor entendimento do conteúdo ministrado pelo professor (MONTEIRO et al., 2011).

Para haver essa interação, faz-se necessário o uso de um canal de retorno, ou seja, um canal por onde o usuário interage junto aos provedores de serviço. A tecnologia de rede sem fio WiMAX é uma opção para a tradicional infraestrutura por sua alta segurança dos dados, arquitetura flexível e a garantia de Qualidade de Serviço (QoS) (YARALI et al. 2008).

Neste estudo, utiliza-se a rede WiMAX como canal de retorno para o sistema de TV Digital Interativa (TVDi) com serviços de *Triple Play* em *background* para simular um ambiente real de troca de mensagens, visando verificar o desempenho da rede e analisar a capacidade de fluxo que a mesma suporta.

O capítulo 2 faz uma revisão da literatura pertinente a este trabalho. No capítulo 3 se descreve a metodologia empregada para o desenvolvimento do artigo. O capítulo 4 expõe os resultados obtidos com este trabalho. O quinto capítulo é reservado para as considerações finais e o sexto para as referências bibliográficas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Primeiramente realizou-se uma revisão da literatura com o intuito de ampliar o conhecimento sobre o tema e verificar a originalidade deste artigo. (KAMISS & ABDULLAH, 2003) verificam o desempenho da transmissão de *Triple Play* em rede WiMAX. (RODRIGUES, 2009) em sua tese de doutorado verifica o desempenho da transmissão de *Triple Play* em redes de acesso por cabo utilizando o simulador NS-2.33 (*Network Simulator* versão 2.33). Posteriormente, foi feita uma pesquisa para selecionar o simulador a ser utilizado nos ambientes de extrapolação. Foram caracterizadas as aplicações no OPNET; e, a partir de referências consolidadas na literatura, obteve-se um cenário. Este artigo se distingue ao utilizar *Triple Play* em *Background* e fluxo de TV Digital e analisar seu desempenho em uma rede sem fio WiMAX. Para facilitar a leitura do trabalho, este capítulo foi subdividido em seções que apresentam os assuntos que permeiam o artigo.

2.1. WiMAX

O IEE 802.16 dispõe sobre o padrão de redes sem fio metropolitano comercialmente denominado WiMAX. Uma rede polivalente, podendo ser utilizada para *backhaul* sem fio para *hotspots* Wi-Fi, acesso fixo/móvel para os assinantes de rede etc. (KAMISS & ABDULLAH, 2003) observam que, comparado ao WiMAX móvel, o serviço de dados 3G

provê uma largura de banda baixa e alto preço enquanto sofre de limitadas faixas de transmissão e de problemas de segurança. Também segundo os autores (KAMISS & ABDULLAH, 2003), a tecnologia WiMAX oferece taxa de dados ajustável para e de cada usuário, mantendo a QoS necessária.

Segundo o relatório do CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações), um dos requisitos para a implantação do SBTVD é a criação de sistemas WiMAX para todo o território brasileiro (CPqD, 2006). Outro exemplo de emprego do WiMAX é sua utilização no programa NAVEGAPARÁ, o qual é conveniado à Rede Metropolitana de Belém (Metrobel), sendo este um projeto de infraestrutura de telecomunicações que integra diversos órgãos públicos e proporciona serviços como videoconferência, internet banda larga e telefonia, constituindo assim o programa Cidades Digitais, que fará uso da tecnologia de rede sem fio WiMAX disponibilizando o acesso em lugares remotos (NAVEGAPARÁ, 2007).

2.2. OPNET MODELER

A simulação é um processo onde o pesquisador utiliza das ferramentas computacionais para projetar, analisar e prever o comportamento de seu objeto de estudo de forma mais ampla e menos onerosa – sendo muito utilizada para casos onde apenas a modelagem matemática não basta, tendo-se a necessidade de trabalhar com aproximações. No campo da simulação de redes, existem diversos softwares já desenvolvidos e consolidados no mercado. Escolheu-se o OPNET MODELER por já possuir as bibliotecas para rede WiMAX e pela expertise do grupo de pesquisa, que já trabalha com este simulador.

Também se deve destacar que o OPNET MODELER possui uma grande biblioteca com várias tecnologias de dispositivos de rede de comunicação e oferece uma interface gráfica ao utilizador (GUI - *Graphical User Interface*), apresentado na Figura 1, que permite editar e construir os modelos de várias entidades de rede - desde a camada física até a camada de aplicação -, sem recorrer à linguagem de programação. Ressalta-se que também é permitida a manipulação do código de programação, diferente de outros simuladores proprietários.

Figura 1 – Cenário de simulação no *OPNET MODELER*



2.3. TRIPLE PLAY

O termo “*Triple Play*” é um conceito da literatura para expressar o tráfego de voz, vídeo e dados em uma mesma conexão (SALDANHA, 2007). Uma das características interessantes das redes convergentes é a simplificação dos circuitos, onde todos os serviços trafegam pelo mesmo caminho, o que impacta positivamente no preço final do para o usuário. Entretanto, redes de acesso específicas para cada um dos serviços permitem o tratamento individual dos requisitos de QoS. (KHAMISS & ABDULLAH, 2003) notam que a aplicação de vídeo é, sem dúvida, a aplicação mais densa para a rede e, segundo os autores, transmitir eficazmente *streaming* de vídeo é o maior desafio.

2.4. SBTVD

O SBTVD foi desenvolvido com base no padrão japonês *Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial* (ISDB-T) e apresenta muitas melhorias em relação aos sistemas de TV Digital, atualmente utilizados no mundo. Isso ocorre devido à junção entre a base japonesa, que é fomentada na técnica de transmissão, com os padrões de compressão digital de áudio e vídeo engendrados pelo Brasil (DTV, 2010).

Dentre as muitas melhorias verificadas a mais visível é a conservação da qualidade do sinal, uma vez que a quantidade de linhas do canal receptor é superior a 400, sendo idêntico ao canal de transmissão, e ainda pela imagem digital ser significativamente mais imune a interferências e ruídos (MONTEZ & BECKER, 2004). No entanto, o SBTVD não está limitado a isso, pois dispõe do recurso da interatividade, que significa mais inovações e facilidades aos telespectadores, tais como a possibilidade de obter informações detalhadas a respeito do seu programa favorito, fazer e responder a perguntas e também ter acesso a informações sobre utilidade pública e serviços governamentais (DTV, 2010).

2.5. QUALIDADE DE SERVIÇO

A qualidade de Serviço (QoS), de uma forma geral, especifica o grau de satisfação ou visão do utilizador em relação à garantia da prestação de um serviço em termos de certos parâmetros. As métricas de QoS utilizadas para análise neste trabalho foram: Jitter, Atraso, Tempo de Resposta e Perda de Pacotes, uma breve descrição é feita na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das métricas avaliadas

Métricas	Descrição
Jitter	Variação no tempo de chegada dos pacotes
Atraso	Tempo gasto pela rede para transmitir um pacote do emissor ao receptor
Tempo de Resposta	Especifica o tempo de resposta para cada objeto
Perda de Pacotes	Quantidade de pacotes perdidos, a partir da diferença dos pacotes enviados em relação aos pacotes recebidos

3. METODOLOGIA

Neste capítulo se descreve a metodologia empregada para o desenvolvimento do artigo. Foram feitos vários estudos visando analisar o cenário em larga escala e se observou o comportamento dos cenários testados.

Foi utilizado o cenário da biblioteca OPNET – *WiMAX Large Deployment* – para este projeto, assim, se procurou ajustar o mais aproximado possível uma situação em escala real. Se configurou o cenário com estação base (BS) e quatro sub-redes compostas por dez estações cliente (SS), além de dois servidores como forma de melhor gerenciar a rede, sendo um com as aplicações FTP, VIDEO e HTTP (TV Digital), e o outro com a aplicação VoIP. Todos os valores para a caracterização das cargas de *Triple Play* já são consagrados na literatura e estão de acordo com as recomendações do ITU-T (ITU-T, 2001).

3.1. APP TV-EDUC 2.0

A aplicação selecionada para ser utilizada no trabalho é denominada TVD-Educ 2.0, sua escolha foi motivada por ter sido desenvolvida pelo grupo de pesquisa de TV Digital do LPRAD (Laboratório de Planejamento de Redes de Alto Desempenho) da UFPA (Universidade Federal do Pará) e tem como proposta aliar a interatividade viabilizada pela TV Digital, apresentando ao telespectador um novo modelo de aprendizagem, onde o aprendiz tem a possibilidade de interagir com o ambiente educacional fazendo uso dos recursos disponibilizados pela TV. Assim, além de poder interagir com o professor à distância, o aprendiz tem a oportunidade de discutir assuntos com outros alunos por meio de um chat. Maiores informações sobre o assunto podem ser obtidas em (MONTEIRO, 2011).

O TVD-EDUC 2.0 usa o HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) como protocolo da camada de aplicação e REST (*Representational State Transfer*) como o conjunto de princípios para a arquitetura HTTP. Para inserir o aplicativo no simulador, foram realizados testes para capturar o intervalo de tempo entre os pacotes trafegados na rede e também o tamanho dos pacotes, que foi possível com a utilização do *software Wireshark*. Posteriormente, adotou-se a versão de teste da ferramenta de tratamento estatístico *EasyFit* 5.5, onde se obteve as distribuições de probabilidade. Por fim, O OPNET MODELER possui sua própria biblioteca de parâmetros para caracterização da carga de aplicação e selecionou-se os parâmetros que correspondiam aos encontrados com a ferramenta *EasyFit*. Por fim, as especificações da carga de tráfego estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros da Aplicação TV Educ 2.0

HTTP specification	HTTP 1.1
Page Interarrival Time (sec)	Weibull (0.30419, 0.1139)
Page Properties	Longnormal (4.2996, 0.25489)
Type of Service	Best Effort (0)

3.2. Triple Play

Com base na literatura, foram configuradas as cargas do serviço Triple Play para o simulador OPNET MODELER. As aplicações de Dados e VoIP foram baseadas em (Khamiss & Abdullah, 2003) e especificados na Tabelas 3 e Tabela 4, respectivamente. A aplicação de vídeo foi baseada em (CASTRO, 2004) e está descrita na Tabela 5.

Dados

Tabela 3 - Parâmetros da Aplicação FTP

Command Mix (Get/Total)	100%
Inter-Request Time (sec)	Exponential (360)
File Size (bytes)	Constant (5000)
Type of Service	Best Effort (0)

Voz

Tabela 4 - Parâmetros da Aplicação VoIP

Encoder Scheme	G.711
Voice Frames Per Packet	1
Type of Service	Best Effort (0)
Compression Delay (sec)	0.01
Decompression Delay (sec)	0.01

Video

Tabela 5 - Parâmetros da Aplicação vídeo

Frame Interarrival Time (sec)	Constant (0.1)
Frame Size (bytes)	Exponential (15625)
Type Of Service	Best Effort (0)

4. RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho da rede WiMAX como canal de retorno para TVD e prever possíveis gargalos. Para tal, foram realizados vários estudos que somados à expertise do grupo de pesquisa, se definiu o cenário padrão com quatro sub-redes cada qual com 10 SS, e dois servidores.

Cada SS está alimentada com uma requisição de cada carga como valor inicial e o primeiro cenário, ao todo, conta com 160 requisições, o segundo com 280 e o terceiro com 400, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 - Quantidade de requisições por cenário

CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
160	280	400

4.1. DADOS

Para o fluxo FTP (*file transfer protocol*), Tabela 8, foi analisado o tempo de resposta para download. Na média, o tempo de resposta de download do primeiro cenário ficou em 7,579 segundos. Já o cenário dois obteve média de 64,24 segundos (4,24 segundos acima do limite recomendado). O terceiro cenário obteve média de 122,3. Também há um pequeno descarte de pacotes a partir do segundo cenário, realizado pelo controle de fluxo TCP.

Tabela 8 - Resultados médios avaliados na aplicação FTP em WiMAX

FTP	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cargas	160	280	400
Tempo de Resposta para Downloads (s)	7,579	64,24	122,30
Tráfego recebido (bytes/s)	7,173	4,850	4,345
Tráfego enviado (bytes/s)	7,173	5,036	4,536

4.2. VIDEO

Para o fluxo de vídeo, Tabela 9, foram analisados Jitter, Atraso Fim-a-Fim e perda de pacotes. Novamente o cenário 1 obteve os melhores resultados. Jitter médio de 15,782 milissegundos e atraso fim-a-fim médio de 310,58ms. Comparados com o segundo cenário (Jitter de 1569,3ms e Atraso de 260,33ms), a diferença é muito grande. Contudo, a aplicação de vídeo em nenhum dos cenários teve perdas de transmissão abaixo de 1%, como recomendado na literatura. Todos os cenários ultrapassaram 45% de perdas.

Tabela 9 - Resultados Médios Avaliados na Aplicação VIDEO em WiMAX.

VIDEO	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cargas	160	280	400
jitter (ms)	15,782	1569,3	1494
Atraso (ms)	310,58	260,33	231,89
Tráfego recebido (bytes/s)	6 044 072	4 171 227	4 196 002
Tráfego enviado (bytes/s)	11 081 963	11 091 754	11 100 043
Recebido (%)	54,53%	37,60%	37,8%
Perdas (%)	45,47%	62,4%	62,2%

4.3. VOZ

Na aplicação de voz, se analisou: *Jitter*, Atraso e Perda de Pacotes. Como mostra a Tabela 10, os resultados são melhores - se comparado às outras aplicações - e o primeiro cenário cumpriu todas as recomendações de (ITU-T, 2001). O cenários 3 continua com perdas acima do recomendado (no caso da aplicação de voz, até 3%). Entretanto, todos os cenários possuem *Jitter* médio abaixo do recomendado (até 100ms). Porém, o atraso fim-a-fim dos cenários 2 e 3 estão acima do limite. Novamente, o primeiro cenário alcançou a QoS desejada.

Tabela 10 - Resultados médios avaliados na aplicação VOZ em WiMAX.

VOZ	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cargas	160	280	400
jitter (ms)	0,00306	0,0221	0,0252
Atraso (ms)	297,87	1369,7	1131,4
Tráfego recebido (bytes/s)	566 717	1 061 436	1 350 972
Tráfego enviado (bytes/s)	567 879	1 135 554	1 703 797

Recebido (%)	99,79%	97,41 %	79,29%
Perda (%)	0,21%	2,59%	20,71%

4.4. HTTP/TV-EDUC 2.0

Na aplicação alvo do estudo, se analisou o tempo de todos os cenários e, conforme a Tabela 11, as médias ficaram dentro do limite recomendado por (ITU-T, 2001). Novamente o primeiro cenário obteve os melhores resultados, com médias de tempo de resposta abaixo dos 4 segundos. Entretanto, em todos os cenários há um cancelamento de pacotes pelo controle de fluxo TCP, conforme aumenta a quantidade de chamadas.

Tabela 11 - Resultados médios avaliados na aplicação HTTP/TV EDUC em WiMAX

HTTP	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cargas	160	280	400
Tempo de Resposta por página (s)	1,6606	11,377	6,3591
Tráfego recebido (bytes/s)	51,159	22,930	2,421
Tráfego enviado (bytes/s)	57,369	42,950	32,774
Tempo de resposta por objeto (s)	1,283	35,973	41,493

É importante frisar que todos os testes foram repetidos várias vezes, para obter uma média confiável que represente as análises feitas. Para isso, foram desprezados o tempo de *Warm Up* dos *testbeds*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da tecnologia na sociedade está mudando não só a forma de se comunicar, também o comportamento das pessoas no dia a dia está cada vez mais ligado aos aparelhos eletrônicos. Este crescente fluxo de informações demanda estudos que verifiquem o desempenho das tecnologias de acesso, considerando a carga gerada na infraestrutura para antever possíveis problemas.

Neste trabalho foram feitas simulações para aplicação de TVD com a transmissão de cargas comuns da internet em *background*, sobre uma rede WiMAX, visando verificar o desempenho da rede e analisar a capacidade de fluxo que a mesma suporta em um cenário de alta carga de usuários simultâneos.

Após a coleta e análise dos resultados, se verificou que a inserção da aplicação de TVD em uma rede WiMAX com carga de tráfego real, apresenta resultados satisfatórios de transmissão, de acordo com os valores de referência internacionais, retirados de (ITUT, 2001). Porém, houveram resultados desfavoráveis ao serviço *Triple Play*, em especial à aplicação de vídeo, que em todos os cenários simulados obteve resultados acima do limite recomendado para uma boa QoS, decorrente do fluxo simultâneo de aplicações.

Para este trabalho, nota-se que o primeiro cenário, com 160 requisições, obteve os melhores resultados. Deve-se salientar que o número de usuários na rede de Internet não é constante, os cenários simulados são situações limite da rede e servem como valores de referência quando houver a implementação de fato.

Portanto, interpreta-se que aplicações típicas de TV Digital não interferem significativamente sobre a infraestrutura de telecomunicações, contudo, aplicações de vídeo,

que necessitam de QoS de forma mais expressiva, acabam corroborando com gargalos encontrados.

Por fim, ressalta-se que apesar do fluxo gerado por aplicações de TV Digital serem de baixo impacto, como a concentração temporal destes fluxos é em muitos casos uma realidade, já que geralmente as aplicações são disponibilizadas no carrossel de dados durante uma programação televisiva (como em um intervalo de programa de massa por exemplo), novos estudos podem/devem ser feitos, visando antever esta problemática que envolve a sincronização de programações que utilizam aplicação voltadas para TV Digital interativa.

6. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

Artigos de periódicos:

KHAMISS, N; ABDULLAH, S. Performance Analysis of Triple Play Services over WiMax Access Broadband Technology, International Journal of Computer Science Engineering & Technology; v. 3, n. 1,p. 8-15, 2013.

YARALI, A; RAHMAN, S; MBULA, B; (2008) “WiMAX: The innovative broadband Wireless access technology”, JCM, v. 3, n. 2 p. 53-63.

Monografias, dissertações e teses:

RODRIGUES, Sandy Carmo Relva; UNIVERSIDADE DA MADEIRA, Centro de Ciências Exatas. Encaminhamento óptimo do tráfego em redes Triple Play, 2009. 162p, il. Tese (Mestrado).

CASTRO, Marcel Cavalcanti de, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Departamento de Telemática. Propostas de implementação de qualidade de serviço na arquitetura VPN MPLS, utilizando linguagem de especificação formal SDL orientada a objetos e análise de desempenho utilizando o simulador OPNET, 2004. 130p. il. Tese (Mestrado).

Trabalhos em eventos

ITU-T Study Group 12. Multimedia QoS requirements from a user perspective - Workshop on QoS and user-perceived transmission quality in evolving networks. Dakar, 2001.

MONTEIRO, F; SILVA, C; JACOB, A; SERUFFO, M; CARDOSO, D; FRANCÊS C; TVD-EDUC 2.0: um estudo de caso de aplicação educacional interativa para TV Digital. – 2º Simpósio Internacional de Televisão Digital, Bauru, 2011.

MONTEZ, C; BECKER, V; “TV Digital Interativa: Conceitos e Tecnologias” - SBC WebMidia e LA-Web - Joint Conference v., p.39-77, 2004.

SERUFFO, M; FRANCÊS, C; LISBOA, D; ALMEIDA, L; Traffic Performance Evaluatin of Digital Interactive TV Application on WIMAX Simulation - Based Approach. Anais: IADIS - Internet Applications and Research. Lisboa, 2012.

SILVA, G.; MELO, A; JUNIOR, C; A Implantação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre e a Importância dos Recursos da Interatividade Para a Inclusão Digital – Anais: 6º Encontro de Formação de Professores, Aracaju: UNIT, 2013.

Internet:

CPqD (2006) **Cadernos CPqD de Tecnologia**, Disponível em: <http://www.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol2_N2_jul_dez_2006/apresentacao.html>, Acesso em 16 dez. 2013

DECRETO nº 4.901, 15 de novembro de 2003. “**Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital**”. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto/2003/D4901.htm>. Acesso em: 27 jan. 2014.

DTV (2010), **Entenda a Interatividade DTVi**, Disponível em: <<http://www.dtv.org.br/index.php/entenda-a-tv-digital/entenda-a-interatividade-dtvi/>>, Acesso em: 23 jan. 2014

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio 2012**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2012/tabelas_pdf/sintese_ind_6_4.pdf> Acesso em 20 jan. 2014

NAVEGAPARÁ Disponível em: <<http://www.navegapara.pa.gov.br>> Acesso em 12 fev. 2014

BEHAVIOR ANALYSIS OF DUTY TRIPLE PLAY WITH FLOW DIGITAL TV: A SIMULATION-BASED RESEARCH

Abstract: *This paper uses the tool OPNET MODELER to simulate the use WiMAX return channel to the Interactive Digital TV System with Triple Play services on background, to check the network performance, analyze the flow capacity that it supports and to anticipate potential bottlenecks to ensure quality service system for large user loads simultaneously.*

Keywords: *Interactive Digital TV, Opnet Modeler, Triple Play.*