

# ESTUDO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE SERVIÇO NA TV DIGITAL COM A TECNOLOGIA WIMAX

Ruth Oliveira Silva<sup>1</sup>, Mailson Sousa Couto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sistemas de Informação - Instituto Federal da Bahia - IFBA, Campus Vitória da Conquista.

bsi.ruth@gmail.com, mailsoncouto@ifba.edu.br

**Abstract.** *The warranty of a certain level of Quality of Service (QoS) is a key requirement in many interactive applications used by the Brazilian Digital TV (SBTVD). This study aims to make the analysis of QoS in interactive applications for Digital TV, simulating wireless technology - WiMAX, used in the interactive channel. With the first parameters, we believe that it can help in reasoning about the feasibility of automated tasks and interactive applications, considering the work in different technological circumstances.*

**Resumo.** *A garantia de um certo nível de Qualidade de Serviço (QoS) é um requisito essencial em muitos aplicativos interativos usados no Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD). Este estudo tem como objetivo fazer a análise de requisitos de QoS em aplicações interativas para TV Digital, simulando a tecnologia de rede sem fio – WiMAX, utilizada no canal de interatividade. Com os primeiros parâmetros analisados, acreditamos que ele pode ajudar no raciocínio automatizado sobre a viabilidade de tarefas e aplicações interativas, considerando-se o trabalho em diferentes circunstâncias tecnológicas.*

## 1. Introdução

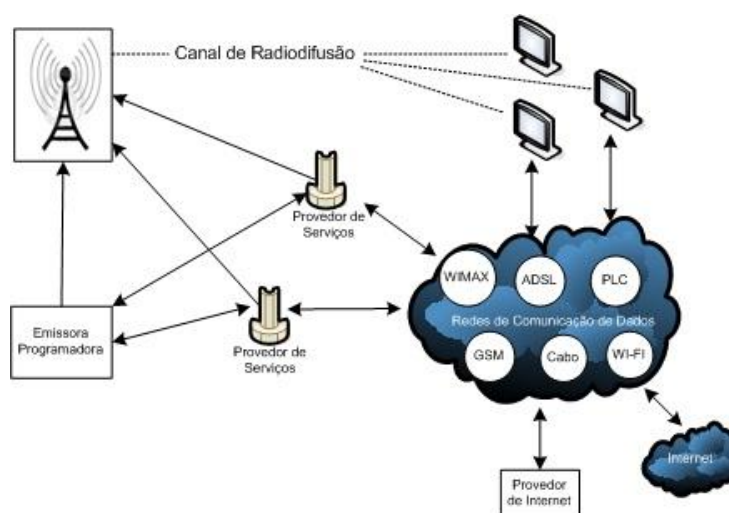
Nos últimos anos, em diversos países do mundo, incluindo o Brasil, a televisão tem vivido um momento de transição do modelo analógico para o digital, o que representa um importante avanço deste meio de comunicação que atinge uma grande parte da população. O modelo analógico não oferece a possibilidade de desenvolvimento de serviços audiovisuais mais avançados, com uma experiência televisiva mais rica para os usuários.

Com o surgimento do Sistema Brasileiro de TV Digital - SBTVD, tendo como base os elementos do modelo Japonês, foram desenvolvidos vários componentes genuinamente brasileiros, ficando em evidência o *Middleware* Ginga (SOARES, RODRIGUES e MORENO, 2007). A principal função deste componente de *software* é fornecer uma infraestrutura baseada em serviços a serem usados por aplicações multimídia interativas.

A interatividade é precisamente o componente que melhor caracteriza este novo modelo de TV brasileiro, e a diferencia da TV tradicional, que é um veículo que induz a

passividade ou interatividade limitada, baseada somente na escolha de canais. Sabendo-se do grande número de TVs nos lares brasileiros, o governo pretende, através do SBTVD, reforçar o número de ações de inclusão social, por meio de programas de *T-Learning* (educação à distância por TV) e outras ações de apoio à cidadania, tais como governo eletrônico e ações de saúde preventiva (MONTEZ e BECKER, 2005).

Considerando as dimensões continentais do Brasil e suas regiões com características variadas, a oferta de serviços através destas tecnologias, pode variar de forma significativa (CPQD, 2005). O envio de informações neste modelo de aplicação segue dois fluxos diferentes: das emissoras para os usuários por meio do Canal de Descida, e o fluxo inverso gerado a partir da interação com o usuário é feito através do Canal de Retorno ou Canal de Interatividade como mostrado na Figura 1, assim chamado por seguir o sentido usuários/emissoras.



**Figura 1 – Arquitetura do Canal de Retorno.**

As aplicações interativas com recursos multimídia são caracterizadas por possuírem um alto grau de complexidade, pois envolvem questões como a captura, manipulação e exibição simultânea de fluxos de dados, áudio e vídeo. É preciso gerenciar esse tipo de aplicação, em relação à sincronização com diferentes mídias e os requisitos temporais críticos de Qualidade de Serviço - QoS, que variam por tecnologia de acesso, tais como 3G, WIMAX, PLC, ADSL e IEEE 802.11 Ad Hoc (CAMPISTA, MORAES, et al., 2007).

Dentro desse contexto, o SBTVD tem despertado um grande interesse da comunidade científica e da indústria, visando o desenvolvimento de novos padrões, tecnologias e produtos, uma vez que aumenta a experiência televisiva dos usuários por meio da exploração de recursos avançados. Além disso, possibilita a criação de novos modelos de negócios e o desenvolvimento de serviços sociais relevante.

É importante salientar que o uso da TV interativa em regiões, ou mesmo comunidades distintas, podem demandar aplicações com graus de interatividade diferentes, que podem ser influenciados pelos recursos disponíveis. Por exemplo, os interesses e os recursos de comunicação disponíveis a uma comunidade da zona rural de uma cidade, divergem em muito daqueles que residem na zona urbana da mesma cidade.

Tratar explicitamente esta heterogeneidade e aspectos técnicos relacionados à QoS, portanto, é crítico para o sucesso de políticas públicas envolvendo este tipo de mídia. De fato, o sucesso de programas de *T-Learning*, por exemplo, depende da observância de tais particularidades em sua implementação.

Portanto, é neste contexto que se insere esse trabalho de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, que tem como principal premissa fazer a análise de requisitos de QoS em aplicações interativas para TV Digital, simulando a tecnologia de rede sem fio – WiMAX utilizada no canal de retorno. Fundamentado na arquitetura do canal de retorno, pretende-se colaborar com a consolidação da tecnologia de rede sem fio – WiMAX, fazendo o diagnóstico dos requisitos básicos dessa tecnologia para a sua expansão no SBTVD, por meio das aplicações interativas.

Para a sequência do trabalho, a seção 2 aborda os trabalhos relacionados que tragam alguma contribuição para o tema analisado. A seção 3 apresenta a TV Digital e interatividade usando como parâmetro a Qualidade de Serviço no uso da rede WiMAX. A seção 4 descreve os métodos que foram utilizados para o desenvolvimento do trabalho. A seção 5 traz os resultados obtidos após um estudo teórico e prático sobre o assunto. Por fim, na seção 6 são apresentadas as conclusões referentes ao trabalho.

## **2. Trabalhos Correlatos**

Responder mesmo que de forma parcial a estas questões complexas referentes aos requisitos de QoS para as aplicações que rodam na TV Digital utilizando como canal de retorno a tecnologia WiMAX é fundamental para entender os limites apresentados por cada componente do SBTVD, de forma a tornar efetiva a oferta de serviços para o novo modelo de TV, como oportunidade para inclusão social e digital. Esta inquietação não é nova e a literatura traz iniciativas importantes nesta direção.

O estudo da implantação da rede WiMAX na região Amazônica, proposto por Seruffo et al. (2009), apresenta uma análise de dados por meio de um cenário real de testes, construído dentro da Universidade Federal do Pará onde foi possível concluir que o clima e a vegetação são fatores de extrema importância para a degradação do sinal afetando a qualidade do fornecimento da rede.

Segundo Maia e Martucci (2008), que apresentam um sistema de controle de QoS para um ambiente de rede heterogêneo, utilizando as tecnologias PLC e GSM no canal de retorno da TVDI, as tecnologias de acesso implicam diretamente sobre os usuários, já que fatores como localização e disponibilidade dos serviços influenciam na experiência interativa. Contudo, essas tecnologias que disponibilizam o acesso, precisam estar especificadas de acordo com as exigências das aplicações que os usuários mais acessam, garantindo os níveis de QoS aceitáveis

## **3. TV Digital**

Com o avanço da tecnologia digital, surge um novo sistema para difusão e recepção do sinal de TV, denominado de TV Digital Interativa - TVDI, que apresenta novos recursos, como a flexibilidade para oferecer multiprogramação, alta qualidade de imagem e som, acesso à Internet e principalmente a possibilidade de execução de aplicativos interativos. Um dos principais avanços da TVDI é a mudança de comportamento do usuário com relação ao modo como este assiste TV. Neste novo cenário, de forma similar como ocorre na WWW (*World Wide Web*), o usuário tem

agora a possibilidade de usar seu dispositivo de acesso fixo, portátil ou móvel para interagir com conteúdos, o que representa uma evolução na forma como o conteúdo é produzido, distribuído e consumido.

A interatividade na televisão não é nova. Este conceito começou a ser explorado antes mesmo do advento da TVDI. Uma das primeiras experiências foi na década de 70 por meio da implantação de uma forma de vídeo sob demanda nos Estados Unidos. Posteriormente, nos anos 80 surgiram as primeiras experiências com um sistema de teletexto no continente europeu que permitia interatividade unidirecional (somente da emissora para o dispositivo de acesso). Dentre os serviços que o teletexto oferecia, os principais eram: um guia de programação do canal sintonizado, um portal de notícias gerais, com as manchetes do dia e os resultados esportivos, e um serviço de informação de voos dos principais aeroportos do país, que informava ao usuário sobre os frequentes atrasos, o que permitia a este se programar antes de sair de casa (MORRIS e SMITH-CHAIGNEAU, 2005).

Por questões culturais, socioeconômicas e também limitações tecnológicas da época, muitas destas iniciativas de fornecimento de interatividade tiveram que ser adiadas. Desde então, as emissoras de TV têm procurado utilizar outros meios de comunicação como cartas, e-mail e telefone a fim de viabilizar uma experiência televisiva muito mais rica para os usuários. No entanto, os meios de comunicação supracitados não permitem uma interatividade plena, o que limita a participação do público. Os recentes avanços da tecnologia digital e as mudanças no próprio mercado contribuíram significativamente para que seja possível a exploração de todo o potencial de interatividade na televisão.

Com a evolução das novas redes de telecomunicações e o desenvolvimento das redes convergentes para comunicação, distribuição e compartilhamento de conteúdo multimídia, é perceptível o surgimento de novos serviços interativos (INSTINCT, 2012). Diante deste cenário, surge a TVDI, em que o usuário passa a ter um papel proativo, podendo interagir com os programas de TV por meio de aplicações, rodando em dispositivos de acesso fixos, portáteis ou móveis, de forma similar como interage na Internet.

Segundo SCHWALB (2004), a TVDI pode ser entendida como a convergência entre Internet e TV Digital, onde o nível de interatividade dependerá dos serviços oferecidos e, principalmente, da largura de banda do canal de retorno. Neste novo cenário é possível identificar algumas modalidades de interatividade tais como a local, intermitente e a permanente, ou plena (HOLANDA, 2004).

Com a variação da interatividade na TV Digital, é preciso conhecer também sobre o termo "Qualidade de Serviço", que pode ser entendido como um requisito da aplicação para a qual se exige que determinados parâmetros (atrasos, vazão, perdas) estejam dentro de limites bem definidos (valor mínimo e valor máximo).

A QoS é garantida pela rede, seus componentes e equipamentos utilizados. Do ponto de vista dos aplicativos, a QoS é tipicamente expressa e solicitada em termos de uma "Solicitação de Serviço" ou "Contrato de Serviço". A solicitação de QoS da aplicação é denominada tipicamente de Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement - SLA*) (MCCABE, 1998).

Inicialmente, é necessário considerar que não são todas as aplicações que realmente necessitam de garantias fortes e rígidas de QoS para que seu desempenho seja satisfatório. Dentre as inúmeras aplicações que surgem diariamente, as aplicações multimídia são, normalmente, aquelas que têm uma maior exigência de QoS.

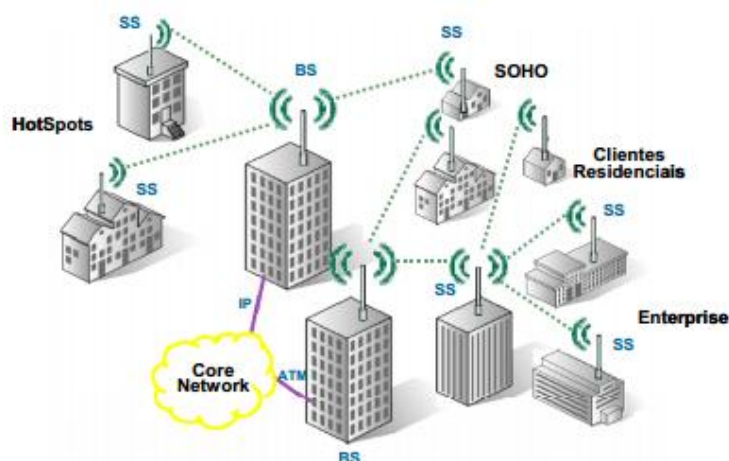
No mínimo, as aplicações sempre precisam de vazão (largura de banda) e, assim sendo, este é o parâmetro mais básico e certamente mais presente nas especificações de QoS. Este parâmetro é normalmente considerado durante a fase de projeto e implantação da rede. A análise e o diagnóstico de uma determinada tecnologia, pode identificar as exigências em termos de QoS das aplicações multimídia simulando cenários de acordo com as características de cada região.

Uma aplicação multimídia *off-line* envolvendo dados, gráficos e arquivos com animação, não necessita de sincronização e, assim sendo, não necessita de um grande controle por parte da rede. Observa-se que existem dados correspondentes a uma animação que, em termos práticos, necessita de uma determinada vazão, eventualmente carrega a rede, mas não exige atrasos, sincronização ou tempo de resposta. Este é um caso típico onde a necessidade de QoS se reduz a vazão, normalmente atendida pelo próprio projeto da rede.

Por outro lado, para uma aplicação multimídia de conferência de áudio, garantir apenas a vazão não é suficiente. Neste caso específico, os atrasos de comunicação e as perdas de pacotes influenciam na interatividade dos usuários e na qualidade da aplicação. Considerando números, se esta aplicação gera uma vazão de 64 *Kbps*, mesmo a utilização de uma LP (Linha Privada) em rede WAN de 256 *Kbps* pode não ser suficiente (LU, 1996). Neste caso, os atrasos e perdas decorrentes da operação podem prejudicar a qualidade da aplicação.

As tecnologias de redes sem fio para áreas metropolitanas, WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*), serão de grande utilização nos próximos anos e um dos desenvolvimentos mais importantes das redes WMANs é o padrão 802.16, do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Este padrão possibilita tráfegos de serviços de comunicação de grandes volumes e altas taxas de dados. A implementação desse tipo de rede está em grande crescimento devido aos investimentos que vêm sendo realizados por várias empresas de tecnologia.

O WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), que é o padrão descrito na norma IEEE 802.16, tem como objetivo oferecer acesso aos serviços de Internet banda larga sem fio em regiões metropolitanas. O WiMAX possui em sua estrutura a BS (Estação Base), SS (Estação Cliente) e o receptor WiMAX, apresentados na Figura 2 (CPQD, 2005). A BS consiste de uma torre WiMAX e aparelhos eletrônicos internos. A torre WiMAX pode oferecer uma cobertura de sinal dentro de uma área de vários quilômetros de distância, e qualquer equipamento com tecnologia sem fio dentro dessa área pode acessar a Internet (HUSSAIN, 2006).



**Figura 2 – Topologia e arquitetura de rede da tecnologia WiMAX.**

A função do WiMAX é muito parecida com a de outros padrões de redes sem fio, porém, com maior velocidade, maior alcance e um número maior de usuários. Seus serviços podem ser utilizados mesmo em áreas onde as infraestruturas tradicionais de cabo não chegam, além de superar as limitações físicas destas estruturas.

#### **4. Metodologia**

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho foi executada de forma teórica e experimental, com o objetivo de facilitar o aprendizado e aumentar a precisão na execução do projeto. A metodologia está dividida nas seguintes etapas:

- Pesquisa acerca de projetos relacionados ao tema, visando à obtenção dos conceitos básicos e maiores dificuldades associadas ao projeto de simulação da rede WiMAX, coletando dados em jornais e periódicos especializados. Uma vez montada a visão geral sobre a tecnologia de trabalho, estão sendo identificados os parâmetros a serem analisados.
- Realização das simulações no NS-2 integrando os cenários que diferem entre si por características tecnológicas, quantidade de usuários simultâneos e nível de interatividade exigidos de utilização dos recursos do SBTVD, com os parâmetros disponíveis na tecnologia WiMAX sobre limitações de recursos e potencial degradação do nível de QoS.

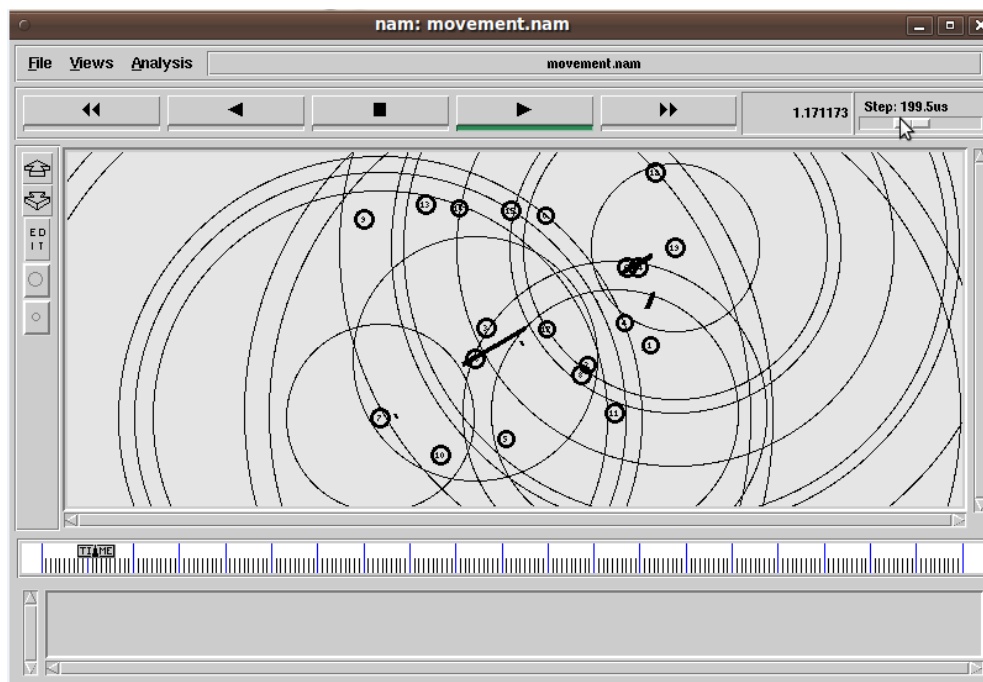
#### **5. Resultados e Discussão**

As mudanças trazidas pela TV Digital não se resumem apenas aos ganhos em relação à qualidade de áudio e vídeo. As aplicações interativas já estão sendo trabalhadas dentro do novo padrão de TV, associada às tecnologias de acesso, que criam um caminho para a troca de informações suscitando maior participação do telespectador.

Para simular o cenário da rede WiMAX, utilizou-se um *software* bastante difundido no mundo acadêmico: o Network Simulator 2 (NS-2). Essa poderosa ferramenta é muito utilizada para a simulação de redes porque cobre um grande número de aplicações, protocolos, tipos de redes, elementos de rede e modelos de tráfego. Esse simulador é baseado em duas linguagens: um simulador orientado a objeto, escrito em C++, e um interpretador OTcl (Tcl orientado a objeto), usado para executar os scripts de

comando do usuário. Basicamente pode-se dizer que temos o C++ para o tratamento de dados e o OTcl para a parte de controle (KAMIENSKI, SADOK, et al., 2002).

Na Figura 3 é mostrada uma topologia da rede com 20 nós, onde cada nó é representado por um número, todos eles ligados ao ponto central (nó 19) que é representado pelo provedor de canal de retorno. O posicionamento de cada nó na topologia é gerado de forma aleatória dentro do NS-2, porém foram realizadas diversas simulações com alterações no número total de nós.



**Figura 3 – Cenário de simulação no NS-2**

O tráfego foi gerado entre os receptores e o provedor de canal de retorno, onde os dados como o tamanho dos pacotes e atraso do link para aplicações multimídia foram definidos como mostrado na Tabela 1, que são valores utilizados em alguns testes para a simulação da execução de aplicações interativas da TVDI (COUTO, COSTA e RIBEIRO, 2011). A partir dessa transferência de dados, foi realizada a análise dos parâmetros de QoS.

**Tabela 1 – Variáveis consideradas na avaliação de técnicas da interação**

<b>Descrição</b>	<b>Valores</b>
Nº de nós	Até 165
Tamanho do Pacote	1500 bytes
Atraso	20ms
Taxa de Transmissão (download)	2,5 Mbps
Taxa de Transmissão (upload)	0,9 Mbps

Apesar de ser um trabalho ainda em fase de desenvolvimento, já foi possível obter os primeiros resultados para a confecção de um diagnóstico sobre os parâmetros de QoS, que indiquem as melhores taxas de transmissão, perdas e atrasos, na utilização da TV Interativa com a tecnologia WiMAX. As simulações foram executadas com o número máximo de 165 receptores de TV Digital (Set-top Box) e a utilização de um link de transmissão de dados de 2,5 Mbps.

A Tabela 2 apresenta os valores apurados para cada um dos parâmetros de QoS citados, de acordo com o número de receptores utilizados.

**Tabela 2 – Parâmetros de QoS utilizando WiMAX**

NÚMERO DE RECEPTORES	VAZÃO (Mbps)	ATRASO (s)	PERDA DE PACOTES (%)
15	2,2192	0,4816	0,022
30	2,1968	0,2293	1,780
45	2,1957	0,2273	2,342
60	2,1953	0,2826	2,764
75	2,1856	0,2972	3,031
90	2,1868	0,2755	4,876
105	2,1765	0,2774	6,938
120	2,1556	0,2826	7,152
135	2,1548	0,2894	9,839
150	2,1522	0,2903	10,005
165	2,1219	0,3057	12,524

Para cada parâmetro apurado, existem valores de referência testados e indicados na literatura técnica sobre o tema. Por exemplo, o valor mínimo da vazão requerida pelo aplicativo interativo é de até 0,2 Mbps (LU, 1996). Abaixo desse valor os aplicativos ficariam prejudicados, diferentemente dos resultados iniciais onde a taxa da vazão ficou próxima a 2Mbps apesar do número de receptores.

O atraso para as redes de comunicação é um dos parâmetros mais perceptíveis, pois, influencia diretamente na interatividade entre usuário e aplicação. O valor aceitável para o atraso na transmissão de uma aplicação multimídia é de até 0,5s (MCCABE, 1998). Acima desse valor ficam perceptíveis os atrasos. Nos testes, esse valor está dentro da faixa aceitável, em torno de 0,3s.

E o último parâmetro analisado foi a perda de pacotes, onde o valor admissível para a perda, sem prejuízo para a aplicação multimídia é de até 5% (INSTINCT, 2013). Acima desse valor não é possível garantir que a aplicação terá um bom desempenho utilizando a tecnologia de acesso especificada. Esse parâmetro teve um comportamento aceitável até o limite de 90 receptores, após esse número o percentual de perda de pacotes aumentou muito.



As simulações realizadas para esse grupo de receptores com WiMAX servindo como linha de transmissão para o canal de retorno, mostrou que essa tecnologia seria capaz de, em teoria, suportar um tráfego de 2Mbps para um grupo de usuários acessando simultaneamente a uma taxa de transmissão baixa. Assim, esse sistema poderia suportar, por exemplo, até 165 receptores por bairro ou região, sem comprometer o uso das suas funções, com ressalvas apenas para a perda de pacotes.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou alguns valores dos parâmetros de QoS obtidos por meio das simulações no NS-2 em um cenário voltado para a utilização da TV Digital com a tecnologia WiMAX no canal de retorno. Esse tipo de análise traz uma base de dados importantíssima para a tomada de decisões relacionadas ao tipo de tecnologia de acesso a ser utilizada, principalmente com o grande número de opções interativas que serão disponibilizadas na TVDI.

Como trabalho futuro pretende-se a extensão da análise da garantia de determinado nível de QoS exigido por aplicações interativas para TVDI, pela inclusão de outras tecnologias de acesso fazendo um comparativo com WiMAX, principalmente por conta de fatores econômicos e geográficos. Com isso, será possível fazer um estudo mais amplo sobre a exequibilidade da utilização de aplicações interativas com as várias opções tecnológicas de acesso que estão disponíveis.

## Referências

- CAMPISTA, M. E. M.; MORAES, I. M.; ESPOSITO, P. M.; AMODEI Jr., A.; CUNHA, D. de O.; COSTA, L. H. M. K.; DUARTE, O. C. M. B. “The Ad Hoc Return Channel: a Low-Cost Solution for Brazilian Interactive Digital TV”. Grupo de Teleinformática e Automação, PEE/COPPE – DEL/POLI. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil (2006).
- COUTO, M. S; COSTA, F. S.; RIBEIRO, C. M. F. R. Simulação do Canal de Retorno na TV Digital via Network Simulator: uma proposta com a tecnologia ADSL. II Workshop Técnico Científico de Computação (WTCC), Mossoró – RN, P.127-133, (2011).
- CPQD. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações. “Política regulatória: Panorama brasileiro atual - projeto sistema brasileiro de televisão digital: Modelo de implantação”. Campinas-SP. Versão PD.30.12.36A.0002A/RT-05-AA (2005).
- HOLANDA, G. M. D. Os desafios da TV Digital no Brasil: interatividade e inclusão, (2004). Disponível em: <[http://www.abtu.org.br/eventos/seminario\\_tvdigital/CPqD\\_dez04.pdf](http://www.abtu.org.br/eventos/seminario_tvdigital/CPqD_dez04.pdf)>. Acessado em: Julho 2013.
- HUSSAIN, M. F. Introduction to WiMAX and Broadband Access Technologies. Asia Pacific Regional Internet Conference on Operational Technologies. (2006).
- INSTINCT. IP-based Networks, Services and Terminals for Converging Systems. Disponível em: <<http://www.ist-instinct.org>>. Acesso em: (Julho 2013).

- KAMIENSKI, C. et al. Simulando a Internet: Aplicações na pesquisa e no ensino. 21ª JAI (Jornada de Atualização em Informática), Florianópolis, Julho 2002.
- LU, G. Communication and Computing for Distributed Multimedia Systems. Artech House. (1996).
- MAIA, R. F.; MARTUCCI, M. Organization of Mobile Agents for Heterogeneous Network QoS Control Architecture. Communications and Information Technologies. ISCIT. 664-669, (2008).
- MCCABE, J. D. Practical Computer Network Analysis and Design. [S.l.]: Morgan Kaufmann Series in Networking, (1998).
- MONTEZ, C.; BECKER, V]. TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. Florianópolis: Ed. Da UFSC, (2005). 2ª edição.
- MORRIS, S.; SMITH-CHAIGNEAU, A. Interactive TV Standards: A Guide to MHP, OCAP, and Java TV. EUA: Elseiver, (2005).
- NS-2. Network Simulator. Disponível em: <<http://www.isi.edu/nsnam/ns/index.html>>. Acesso em: (Junho 2013).
- SERUFFO, M. C. R.; MACHADO, V. A.; SILVA, M. S.; CARDOSO, D. L.; FRANCES, C. R. L.; COSTA, J. Wi-MAX como Canal de Interatividade para o Sistema Brasileiro de TV Digital na Amazônia, 2009, Bauru - SP. 1o Simpósio Internacional de Televisão Digital, (2009).
- SOARES, L. F. G., RODRIGUES, R. F. e MORENO, M. F]. Ginga-NCL: the declarative environment of the Brazilian Digital TV System. Journal of the Brazilian Computer Society, p.37-46, (2007).