

Proposta de Ambiente de Análise de Desempenho do Padrão IEEE 802.16 como Canal de Retorno para TV Digital

Régis Machado Model¹, Gaspere Giuliano Elias Bruno¹

¹Curso de Ciência da Computação – Centro Universitário La Salle (UNILASALLE)
Av. Vitor Barreto, 2288, Centro, Canoas – RS - Brasil
regismodel@gmail.com, gaspare@inf.ufrgs.br

Resumo. Neste artigo é proposto a análise de desempenho do padrão IEEE 802.16, onde este é utilizado para viabilizar o canal de retorno da TV digital. Inicialmente é apresentado um resumo sobre a proposta do canal de retorno e o uso deste padrão. Em seguida, o IEEE 802.16 é descrito em suas camadas MAC e PHY. Também é apresentado o Sistema Brasileiro de Televisão Digital onde são demonstradas as iniciativas de pesquisas que buscam a escolha de um padrão para a TV digital brasileira, bem como a importância do canal de retorno para a interatividade.

1. Introdução

A televisão é um meio de comunicação que atinge grande parte da população. Este meio de comunicação está em fase de migração de suas plataformas analógicas para plataformas digitais, sendo esta uma união de mídia, tecnologia da informação e comunicação. Atualmente 90% dos lares brasileiros, ou seja, 56 milhões de televisores são atendidos por este meio de informação [Fernandes et al. 2004]. Toda essa abrangência também deve ser atendida por uma das principais características do sistema de TV digital – a interatividade que o usuário terá com a programação.

Para que esta interatividade seja possível é necessário que seja estabelecido um meio de comunicação entre o receptor (agora usuário) e a estação emissora. Este canal de comunicação é chamado de canal de retorno ou canal de interatividade [Amodei et al. 2005]. É através do canal de retorno que é dada a interatividade global do sistema de TV digital. Este canal é responsável por transportar todos os dados gerados no receptor em direção à emissora [Souza e Oliveira 2005].

O canal de retorno pode ser transportado de várias maneiras: STFC (Serviço Telefônico Fixo Comutado), DSL (*Digital Subscriber Line*), IEEE 802.11b em modo *Ad Hoc* [Amodei et al. 2005] e CDMA (*Code Division Multiple Access*) [Herbster e Carvalho 2005]. Além dessas tecnologias, outra vem sendo estudada e incorporada nas redes nacionais: é o padrão IEEE 802.16 (definida pelo IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers* como *WirelessMAN*) e pelo consórcio WiMAX Fórum (*Worldwide Interoperability for Microwave Access* – WiMAX). O padrão IEEE 802.16 também é conhecido como WiMAX.

O IEEE 802.16 tem como particularidade ser um serviço de banda larga sem fio, podendo atingir dezenas de quilômetros de distância de seu nó de distribuição BS (*Base Station*) até o cliente identificado como SS (*Subscriber Station*) [Both et al. 2006]. Este tipo de serviço vem suprir as necessidades de uma parte da população hoje não atendida

pelas atuais tecnologias de banda larga. Com este tipo de serviço presente na casa dos assinantes, será possível usá-lo como meio de transmissão para o canal de retorno da TV digital [Tavares 2006].

Conforme exposto, o objetivo deste artigo é propor a análise do comportamento e do desempenho do padrão IEEE 802.16 quando utilizado como canal de retorno para TV digital. A partir deste ponto torna-se importante investigar o impacto do tráfego em redes ou *sites* com muitos acessos via STB (*set-top box*) [Herbster e Carvalho 2005].

Com a viabilização do canal de retorno, será possível implementar o projeto do governo federal, referente a inclusão digital, que contribuirá para o crescimento e desenvolvimento do país [Martins et al. 2006].

Além desta seção, onde são apresentados os motivos deste trabalho, o artigo está dividido da seguinte maneira: a seção 2 é exposto o padrão IEEE 802.16, sua arquitetura e definições técnicas. Na seção 3 é apresentada uma descrição geral sobre a TV digital, interatividade e canal de retorno. Na seção 4 são expostos os trabalhos relacionados, suas vantagens e desvantagens em relação ao canal de retorno. Na seção 5 é apresentado o modelo proposto, suas relevâncias e metodologia adotada para o desenvolvimento do artigo. Por fim, na seção 6 são apresentadas as considerações finais.

2. O padrão IEEE 802.16

O padrão IEEE 802.16 é uma tecnologia desenvolvida para redes de banda larga sem fio, com o intuito de atingir grandes distâncias e elevadas taxas de transmissão. Dentro deste enfoque surge o WMAN (*WirelessMAN*), como uma alternativa para os serviços de DSL e *clabe modem*, com o destaque de poder obter um custo de implantação menor e bom desempenho [Ghosh et al. 2005].

O padrão focaliza na especificação da interface aérea, camada de acesso ao meio (MAC), camada física (PHY), diferentes tipos de serviços entre outras características. O sistema também propicia mobilidade, característica que foi introduzida através da nova revisão IEEE 802.16e [Silva 2005, Figueiredo 2005].

2.1. Arquitetura e topologia de rede

A arquitetura e topologia de rede definida pelo IEEE 802.16 são apresentadas na Figura 1. Em sua arquitetura existem dois elementos principais a BS e a SS, que podem ser distribuídas em uma configuração PMP (*Point to Multi-Point*) ou Mesh [IEEE-802.16 2004].

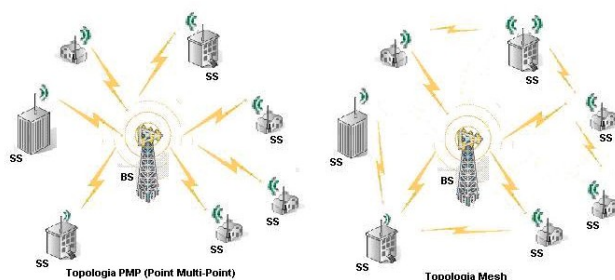


Figura 1. Modelo de Arquitetura IEEE 802.16 PMP e Mesh.

A BS é formada pelo módulo de controle central e por antenas que formam o seu sistema irradiante. Estas são responsáveis pela distribuição e captação do sinal em uma determinada área [Silva 2005]. A BS também é responsável por encaminhar e coordenar as transmissões das SS e fazer a interligação com a rede principal (*core network*) de uma operadora [Figueiredo 2005].

A SS é a estação cliente responsável por captar as informações geradas pela BS e distribuir aos usuários. Uma SS pode ser conectada a uma rede local (LAN – *Local Area Network*), ou uma rede local sem fio (WLAN – *Wireless Local Area Network*).

A topologia PMP consiste em um nó central (BS) e uma ou mais estações cliente (SS). Já uma configuração Mesh é construída de forma que estações SS exerçam a condição de roteador para o repasse de pacotes a outras SS [Akyildiz e Wang 2005].

2.2. Vantagens do IEEE 802.16

O padrão IEEE 802.16 traz como vantagens em sua tecnologia o baixo custo de manutenção e atualização, a alta escalabilidade e a sua capacidade de penetração do sinal em regiões com muitos obstáculos [Silva 2005].

O sistema também oferece taxas de transmissão de dados que podem chegar até 70 Mbit/s e cobrir uma área com distâncias de até 50 km. Outro diferencial é a possibilidade que o sistema tem de oferecer qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*) para diferentes classes de serviço [Figueiredo 2005].

2.3. Camada física

A especificação da camada física (PHY) foi projetada inicialmente para as faixas de frequência de 10 a 66 GHz com exigência de ter uma linha de visada – LOS (*Line Of Sight*) entre as estações (BS e SS). Porém para que a tecnologia pudesse ser explorada em ambientes onde a linha de visada é inviável, foi definida uma outra faixa de frequência entre 2 a 11 GHz que opera em NLOS (*Non Line Of Sight*), ou seja, sem linha de visada, permitindo assim um melhor aproveitamento da tecnologia em qualquer ambiente geográfico [IEEE-802.16 2004].

2.3.1. Especificações de interface aérea

As interfaces aéreas são responsáveis por definir o modo de transmissão a ser utilizado em uma topologia de rede e o tipo de cobertura (LOS ou NLOS) a ser implantando. Os modelos definidos pelo padrão IEEE 802.16 são: WirelessMAN-SC, WirelessMAN-SCa, WirelessMAN-OFDM, WirelessMAN-OFDMA, WirelessHUMAN.

2.3.2. Tipos de modulação

Os esquemas de modulação BPSK (*Binary Phase Shift Keying*), QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*), 16-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) e 64-QAM são suportados pelo sistema durante a comunicação do sistema [IEEE-802.16 2004]. O esquema de modulação pode ser alterado dependendo do nível da qualidade do canal de rádio utilizado no momento.

2.4. Camada MAC

Na elaboração do padrão IEEE 802.16, foi definido que a camada MAC (*Media Access Control*) será orientada a conexão. Desta forma pode-se garantir a implementação de serviços que necessitam do suporte a QoS [Silva 2005].

Neste padrão a camada está dividida em três subcamadas: subcamada de convergência de serviço específico (CS – *Service-Specific Convergence Sublayer*), subcamada comum MAC (MAC CPS – *MAC Common Part Sublayer*) e subcamada de segurança (*Security Sublayer*). Estas subcamadas são apresentadas na Figura 2, juntamente com a camada física (Subseção 2.3.) e o plano de gerência.

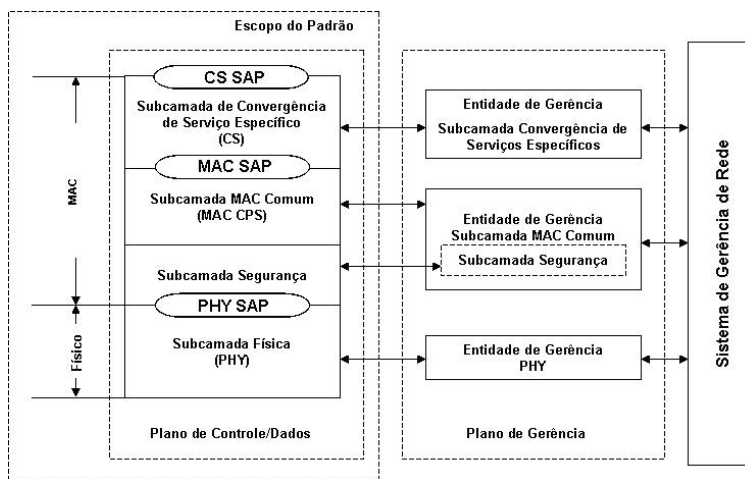


Figura 2. Modelo de referência do padrão [IEEE 802.16 2004].

Na seção 3 serão apresentados os padrões utilizados mundialmente para o sistema de TV digital, bem como a arquitetura básica e o canal de interatividade.

3. TV digital

Através da publicação do Decreto nº. 4.901, de novembro de 2003, foi instituído o projeto do SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital). Este decreto definiu que instituições fossem criadas com intuito de balizar o governo brasileiro quanto à elaboração de um modelo de referência para a TV digital no Brasil [Martins et al. 2006].

Os estudos apontam o padrão japonês - ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) como o mais adequado, sendo este utilizado como base em outras pesquisas que visam propor inovações tecnológicas a serem incluídas ao SBTVD. O padrão escolhido também deverá possibilitar a transmissão digital em alta definição e em definição padrão e interatividade [Tavares 2006].

3.1. Arquitetura da TV digital

A arquitetura de uma TV digital é definida por uma estação difusora e um receptor. A estação difusora é representada por um re-multiplexador, um modulador e uma antena de difusão. Já o receptor tem o aparelho de televisão, o STB e a antena doméstica.

Na Figura 3 é apresentada a arquitetura básica da TV digital, com os módulos do sistema de difusão e recepção.

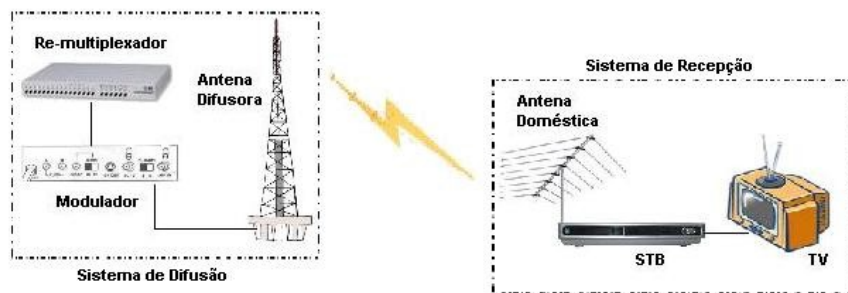


Figura 3. Arquitetura básica da TV digital.

3.2. Interatividade da TV digital

A interatividade em um sistema de TV digital é um recurso que permite a implementação de serviços, onde o usuário tem uma participação ativa na escolha e definição da programação. Esta característica é responsável por trazer para a TV digital as funcionalidades e possibilidades da *internet*, permitindo que o usuário deixe de ser um mero telespectador e passe a ser o elaborador de sua própria programação [Souza e Oliveira 2005, Rios et al. 2006].

A base da interatividade do sistema de TV digital é o canal de retorno, sendo este responsável pela interligação dos usuários com as emissoras. Ele permite prover serviços para o usuário tais como, pesquisas de opinião, EAD (Ensino à Distância), comércio eletrônico e acesso a *internet*, tornando-se um forte aliado para a inclusão digital.

4. Trabalhos relacionados

Com o objetivo de entender e analisar os diversos problemas sobre uma arquitetura para o canal de retorno, foram analisadas diversas iniciativas que abordam o assunto.

O artigo apresentado por [Herbster e Carvalho 2005] analisa a viabilidade da construção de uma rede *Ad Hoc* para o transporte do canal de retorno da TV digital. A utilização do padrão IEEE 802.16 neste modo, traz algumas vantagens para este tipo de configuração como: maior abrangência do sinal, arquitetura de fácil instalação e tolerância a falhas de comunicação. Porém apresenta algumas limitações como: uma menor taxa de transmissão, atrasos no sinal e uma manutenção de rede pouco favorável.

Já o artigo de [Amodei et al. 2005], apresenta uma proposta de utilização de redes *Ad Hoc* como canal de retorno da TV digital, porém utilizando o padrão IEEE 802.11 como base em seus estudos, que apresenta as seguintes vantagens: arquitetura de fácil e rápida implantação e baixo custo [Silva et al. 2005]. O artigo também apresenta algumas desvantagens como ter uma rede *Ad Hoc* de múltiplos saltos, onde não se tem a garantia de que um nó consiga um outro nó vizinho para continuar a propagar o sinal, bem como o número excessivo de nós simultâneos o que pode levar a vazão da rede a zero e variações de banda do canal ou *jitter*.

5. Modelo proposto

A proposta deste trabalho refere-se a analisar a viabilidade de utilizar o padrão IEEE 802.16 como canal de retorno para a TV digital.

Inicialmente, o sistema oferecerá aplicativos como o e-governo (*e-mail*), acesso a *internet*, comércio eletrônico e EAD. Esses aplicativos são classificados como UBR (*Unspecified Bit Rate*), ou seja, a sua taxa de *bit* não é definida.

Conforme [Herbster e Carvalho 2005] é possível analisar o desempenho do padrão através de simulações, onde as variáveis independentes são: técnica de transmissão, banda de transmissão, tipo de tráfego, perfil de rajada e quantidade de estações clientes a serem gerenciadas pelo mesmo nó central. Já a variável dependente é a taxa de transferência conseguida pelo sistema. Com as informações de variáveis dependentes e independentes coletadas é possível analisar o ganho do sistema WiMAX.

Nas simulações as informações coletadas são analisadas através de uma ferramenta para simulação de redes (*Network Simulation 2 - NS2*), agregada de uma biblioteca para o padrão IEEE 802.16 desenvolvida pelo NIST (*National Institute of Standards and Technology*). O sistema operacional utilizado para estas simulações será o Linux.

Nas simulações, os cenários de análise montados constituem de estações SS e estações BS do padrão IEEE 802.16, construindo assim uma rede para a transmissão do canal de retorno. A topologia de rede utilizada é a PMP, que apresenta uma maior eficiência em relação à topologia Mesh no que diz respeito à taxa de transferência, conforme [Herbster e Carvalho 2005], [Câmara e Loureiro 1999].

A rede é composta por uma BS e dezenas de SS. A BS é inserida no centro do cenário que tem uma área inicial de 25 km^2 até o limite suportado pelo padrão WiMAX. As SS são distribuídas ao redor da BS, de maneira gradativa e em grupos de dez em dez, ou seja, o próximo cenário é composto por uma BS e vinte SS. As SS utilizadas nas simulações representam os usuários da TV digital. Na Figura 4 é apresentado um cenário de uma das simulações.

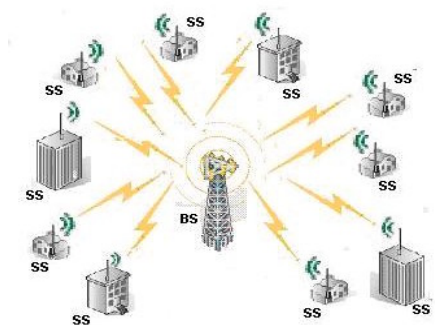


Figura 4. Arquitetura proposta para um das simulações.

A seguir são apresentados os parâmetros a serem utilizados em cada cenário de simulação. Os perfis de rajada serão usados para a análise da taxa de transmissão do sistema. Estes perfis são modelados conforme o tipo de codificação, modulação e

blocos codificados. O padrão IEEE 802.16 define os perfis conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de perfis de rajada [Both et al. 2006].

Cód.	Modulação Original	Codificação	Bloco Codificado
0	BPSK	$\frac{1}{2}$	12
1	QPSK	$\frac{2}{3}$	24
2	QPSK	$\frac{5}{6}$	36
3	16-QAM	$\frac{2}{3}$	48
4	16-QAM	$\frac{5}{6}$	72
5	64-QAM	$\frac{3}{4}$	96
6	64-QAM	$\frac{5}{6}$	108

Na Tabela 2 estão os demais parâmetros necessários para as simulações.

Tabela 2. Parâmetros para as simulações.

Parâmetro	Valor
Técnica de Transmissão	WirelessMAN OFDM
Banda de Transmissão	3.5 MHz, 6 MHz, 14MHz e 20MHz
Perfil de Rajada	0 a 6
Tráfego	UBR
Quantidade de SS	10 – 50
Quantidade de BS	1

De acordo com os cenários descritos anteriormente, é possível analisar a vazão da rede (taxa de transmissão) em relação aos perfis de rajada, utilizando um tráfego e alternando-se a banda de transmissão (3,5 MHz, 6 MHz, 14 MHz e 20 MHz) para cada cenário. A técnica de transmissão utilizada é a TDD, juntamente com o modelo de interface aérea WirelessMAN-OFDM.

6. Considerações finais

Ao longo deste trabalho foi apresentada a proposta de análise de uma infra-estrutura de rede de comunicação sem fio (IEEE 802.16) para viabilizar o uso do canal de retorno da TV digital como objetivo principal.

Este artigo traz como potencialidades a utilização de uma topologia de rede PMP, que tem como benefícios uma maior taxa de transmissão em relação uma rede *Ad Hoc* do mesmo padrão, agilidade na manutenção e robustez. Também define uma infra-estrutura de rede planejada o que amplia a qualidade do sinal. As políticas de segurança em uma rede PMP são de fácil implementação e controle.

Entretanto o padrão traz algumas limitações como uma menor abrangência territorial do sinal em relação a uma rede *Ad Hoc* do mesmo padrão. A definição e implantação do sistema é mais demorada, por ser uma arquitetura que exige planejamento. Na falha de uma estação base as estações cliente não têm como redirecionar o seu tráfego, por ser uma topologia em estrela.

Através dos resultados das simulações que serão analisados dos próximos meses, esta proposta poderá trazer grandes contribuições para as necessidades do governo federal no que diz respeito à inclusão digital e também espera contribuir de forma efetiva para uma infra-estrutura adequada para o canal de retorno.

Referências bibliográficas

- Akyildiz, I. e Wang, X. (2005). “A Survey on Wireless Mesh Networks”. IEEE Radio Communications, pages 523-530.
- Amodei, A., Moraes, I., Cunha, D., Campista, M., Esposito, P., Costa, L. e Duarte, O. (2005). “Uma Análise da Conectividade do Canal de Interatividade Ad Hoc para a TV Digital”. Grupo de Teleinformática e Automação, UFRJ.
- Both, C., e Kunst, R. (2006). “Acesso de Banda Larga Sem-fio e Redes Metropolitanas Sem-fio baseados no padrão IEEE 802.16 (WiMAX)”. UFRGS.
- Câmara, D. e Loureiro, F. (1999). “Roteamento em redes Móveis Ad Hoc”. Minicurso da XVII Jornada de Atualização em Informática, Congresso da SBC, Julho 1999.
- Figueiredo, F. (2005). “Fundamentos da Tecnologia WiMAX”. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações - CPqD.
- Fernandes, J., Lemos e G., Silveira, G. (2004). “Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas”. Universidade de Brasília, Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Universidade Federal da Paraíba.
- Ghosh, A., Wolter, D., Andrews, J., e Chen, R. (2005). “Broadband Wireless Access With WiMAX 802.16: Current performance benchmarks and future potential”. IEEE Communications Magazine, pages 129-136.
- Herbster, A. e Carvalho, F. (2005). “Utilização do padrão IEEE 802.16 em redes Ad Hoc como meio de transmissão do Canal de Retorno da TV Digital Interativa”. Instituto de Estudos Avançados em Comunicações – UFCG.
- IEEE-802.16 (2004). “IEEE standard for local and metropolitan area networks – part 16: Air interface for fixed broadband wireless access”. IEEE Std. 802.16-2004.
- Martins, R., Holanda, G., Tambascia, C., Ogushi, C. (2006). “Modelo de Referência Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre”. Versão AB. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações – CPqD.
- Rios, J., Pataca, D. e Marques, M. (2005). “Panorama Mundial de Modelos de Exploração e Implantação”. Versão AC. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações – CPqD.
- Silva, M., Câmara, J., Abelém, A. e Staton, M. (2005). “Redes Sem Fio Metropolitanas Baseadas No Padrão 802.16: Um Estudo de Caso Para Belém – PA”. Departamento de Informática – UFPA – XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação.
- Souza, C. e Oliveira, C. (2005). “Especificação de Canal de Retorno em Aplicações para TV Digital Interativa”. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE). XXII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBrT'05), 2005, Campinas.
- Tavares, W. (2006). “Televisão digital: viabilidade de seu uso como instrumento de inclusão digital”. Curso de Especialização em Telecomunicações - UnB.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.